

Technische Universität Dresden

Fakultät Informatik

Professur für Multimedia-Technologie

Masterarbeit

**Nutzerverhalten beim kollaborativen Arbeiten  
an zwei Großdisplays**

Hanna Blochwitz

3998680

*Hochschullehrer*

**Prof. Dr.-Ing. Raimund Dachzelt**

Professur für Multimedia-Technologie  
Technische Universität Dresden

*Betreuerin*

**Dr.-Ing. Anke Lehmann**

Professur für Multimedia-Technologie  
Technische Universität Dresden

15. Juli 2019

**Hanna Blochwitz**

*Nutzerverhalten beim kollaborativen Arbeiten an zwei Großdisplays*

Masterarbeit, 15. Juli 2019

Betreuung: Dr.-Ing. Anke Lehmann

**Technische Universität Dresden**

Fakultät Informatik

Professur für Multimedia-Technologie



# Kurzfassung

Interaktive Displays sind in Unternehmen und der Forschung in verschiedenen Anwendungsbereichen gegenwärtig. Diese Arbeit geht auf die aktuelle Forschung ein und stellt eine mögliche Klassifikation von Verhaltensweisen bei der kollaborativen Arbeit an interaktiven Displays vor. Interaktive Displays lassen sich zu Multi-Display-Umgebungen kombinieren, die beispielsweise zur Durchführung von Analyse- und Organisationsszenarien in größeren Teams genutzt werden können. In der Forschung fehlen derzeit Kenntnisse zu Verhaltensweisen beim Arbeiten an zwei vertikalen Großdisplays. Daher ist ein Schwerpunkt dieser Arbeit die Durchführung einer Beobachtungsstudie, die das Nutzerverhalten beim Arbeiten an einer Displaywand und einem Microsoft Surface Hub untersucht. Die Studie ergab, dass dieses Setup die Kommunikation und Zusammenarbeit zwischen Nutzern in Kleingruppen unterstützt. Zudem konnte beobachtet werden, dass sich zwei Displays zur Aufgabenteilung sowie parallelen Arbeit eignen und die Teams dazu Teilgruppen bilden.

# Abstract

Interactive displays are present for various application areas in companies and research. This work studies current research and presents a classification for user behaviour on interactive displays. Interactive displays can be combined into multi-display environments. For example, these can be used for analysis and organization scenarios in larger teams. In current research, knowledge about behaviour on two large displays for collaboration in teams is missing. Therefore, a focus of this work is the implementation of an observational study that examines user behaviour when working on a Display Wall and a Microsoft Surface Hub. This setup supports communication and collaboration among users. In addition, two displays are suitable for task separation and parallel work. For this purpose the groups form subgroups.



# Selbstständigkeitserklärung

Hiermit versichere ich, dass ich die vorliegende Arbeit zum Thema

*„Nutzerverhalten beim kollaborativen Arbeiten an zwei Großdisplays“*

selbstständig und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Alle Stellen, die anderen Quellen im Wortlaut oder dem Sinn nach entnommen wurden, sind als solche mit Angaben der Herkunft kenntlich gemacht. Dies gilt auch für alle bildlichen Darstellungen.

Die Arbeit wurde bisher in gleicher oder ähnlicher Form noch nicht als Prüfungsleistung eingereicht.

Dresden, den 15. Juli 2019

Hanna Blochwitz



# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1	Motivation . . . . .	1
1.2	Zielstellung . . . . .	3
1.3	Aufbau der Arbeit . . . . .	3
<b>2</b>	<b>Aktueller Forschungsstand und verwandte Arbeiten</b>	<b>5</b>
2.1	Interaktive Großdisplays . . . . .	5
2.1.1	Horizontale Großdisplays . . . . .	5
2.1.2	Vertikale Großdisplays . . . . .	7
2.2	Verhalten bei der Kollaboration an interaktiven Displays . . . . .	9
2.2.1	Proxemik und Distanzen bei der Kollaboration . . . . .	9
2.2.2	Kollaborationsstile . . . . .	15
2.2.3	Positionen von Nutzern bei der Kollaboration . . . . .	18
2.2.4	Territorialität auf interaktiven Displayflächen . . . . .	20
2.2.5	Bedeutung von Proxemik und Territorialität in der Mensch- Computer-Interaktion . . . . .	22
2.3	Kollaboration in Multi-Display-Umgebungen . . . . .	25
2.3.1	Kollaborationsstrategien in Multi-Display-Umgebungen . . . . .	25
2.3.2	Rollen von Displays in Multi-Display-Umgebungen . . . . .	26
2.3.3	Platzierung von Displays in Multi-Display-Umgebungen . . . . .	27
2.3.4	Arbeitsumgebungen mit mehreren Displays . . . . .	28
2.4	Zusammenfassung und Fazit zum aktuellen Forschungsstand . . . . .	30
<b>3</b>	<b>Klassifikation von Verhaltensmustern bei der Kollaboration</b>	<b>33</b>
3.1	Proxemik für Nutzer und Displays . . . . .	33
3.2	Kollaborationsstile . . . . .	38
3.3	Territorien auf Displays . . . . .	40
3.4	Fazit und Verwendung der Klassifikation . . . . .	43
<b>4</b>	<b>Beobachtungsstudie</b>	<b>45</b>
4.1	Ziele der Studie . . . . .	45
4.2	Szenarien und Aufgabenstellungen . . . . .	45
4.2.1	Aufgabentypen . . . . .	46
4.2.2	Planungsaufgabe . . . . .	46

4.2.3	Präsentationsaufgabe . . . . .	47
4.3	Studiendesign . . . . .	48
4.3.1	Aufbau . . . . .	48
4.3.2	Software . . . . .	49
4.3.3	Anforderungen an die Teilnehmer und Gruppen . . . . .	52
4.3.4	Vorgehensweise . . . . .	52
4.4	Erwartungen . . . . .	53
4.4.1	Erwartungen insgesamt . . . . .	53
4.4.2	Erwartungen zu Gruppengrößen . . . . .	54
4.4.3	Erwartungen zu den Aufgaben . . . . .	54
4.5	Datensammlung und Analysesoftware . . . . .	55
<b>5</b>	<b>Ergebnisse</b>	<b>59</b>
5.1	Teilnehmer der Studie . . . . .	59
5.2	Arbeitsergebnisse . . . . .	60
5.3	Technische Probleme . . . . .	61
5.4	Analyse von Arbeitsphasen und kollaborativen Aspekten . . . . .	62
5.4.1	Arbeitsphasen . . . . .	62
5.4.2	Kommunikation . . . . .	64
5.4.3	Kollaboration . . . . .	65
5.4.4	Bildung von Teilgruppen . . . . .	66
5.4.5	Nutzerrollen und Aufgabenteilung . . . . .	67
5.4.6	Diskussion von kollaborativen Aspekten . . . . .	69
5.5	Analyse der Verhaltensweisen vor und auf den Displays . . . . .	72
5.5.1	Proxemik . . . . .	72
5.5.2	Gruppenformationen und -positionen . . . . .	78
5.5.3	Territorialität und Nutzung von Displaybereichen . . . . .	80
5.5.4	Nutzung von synchronisierten Anwendungen . . . . .	83
5.5.5	Displaynutzung . . . . .	83
5.5.6	Rollen der Displays . . . . .	85
5.5.7	Diskussion der Verhaltensweisen vor und auf den Displays . . . . .	85
5.6	Bewertung des Setups und der Anwendungen . . . . .	88
5.7	Verbesserungswünsche und weitere Anwendungsfälle . . . . .	89
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>91</b>
6.1	Fazit . . . . .	92
6.2	Ausblick . . . . .	93
<b>A</b>	<b>Anhang</b>	<b>95</b>
	<b>Literatur</b>	<b>111</b>

# Einleitung

Das folgende Kapitel dient der Einführung in die vorliegende Arbeit. Zunächst soll auf die Motivation zu dieser Arbeit eingegangen werden. Danach folgt die Beschreibung der Ziele und der zentralen Aufgabenstellung. Das Kapitel endet mit der inhaltlichen Gliederung der Arbeit.

## 1.1 Motivation

Interaktive Displays sind Bestandteil der heutigen Informationsgesellschaft und spielen eine große Rolle. Diese Displays sind im privaten und öffentlichen Leben in allen Formen und Größen wiederzufinden. Sie befinden sich in Autos, Restaurants, Geschäften, an öffentlichen Plätzen und sind für die Freizeitgestaltung von Bedeutung. Wo früher Stifte und Papier, physische Bedienelemente, Plakate und Whiteboards zu finden waren, stehen heute interaktive Displays und virtuelle Oberflächen im Mittelpunkt.

Immer mehr Aufmerksamkeit (u.a. in Studien von [Aza+12], [JH16], [LKD19]) erlangen dabei interaktive Großdisplays, an denen es möglich ist, Strategie- und Besprechungsszenarien in Teams durchzuführen. Dabei wird besonders die Analyse von komplexen und großen Datenmengen zur Problemlösung, Organisation und Entscheidungsfindung zu einem zentralen Anwendungsbereich für interaktive Displays [LKD19]. Somit erlangen Großdisplays immer mehr Bedeutung für das Arbeiten in größeren Teams in Unternehmen und Laboren.

Hierbei steht die kollaborative Arbeit in diesen Teams im Fokus. Diese können durch gemeinsame Diskussionen, Recherchen, Prozesse der Ideenfindung und weitere Vorgehensweisen Lösungen für bedeutsame Probleme suchen und finden. Insbesondere Großdisplays haben für diese Szenarien Vorteile, da ein großer Raum auf und vor dem Display geboten wird, der es ermöglicht, Daten, Ideen und andere Materialien räumlich zu organisieren oder Daten, Abbildungen und Simulationen in hoher Auflösung anzuzeigen [Raj+15].

Das Arbeiten in Teams zeichnet sich häufig dadurch aus, dass mehrere Displays genutzt werden, damit unterschiedliche Aufgaben bearbeitet werden können. Daher bietet sich in Bezug auf Großdisplays an, dass diese durch weitere interaktive Displays zu Multi-Display-Umgebungen (MDU) ergänzt werden. Beispielsweise wer-

den in einigen Studien (u.a. [MM+16], [PS09], [Wig+09]) große Displays, wie Displaywände, interaktive Whiteboards und Tabletops mit kleineren Geräten, wie Smartphones, Tablets und Laptops, kombiniert. MDUs ermöglichen daher weitere Anwendungsfälle und Arbeitsweisen für Teams, die beispielsweise komplexe Analysen durchführen. Der entstehende Interaktionsraum und die unterschiedlichen Eigenschaften der interaktiven Displays können für die kollaborative Arbeit ausgenutzt werden, um Aufgaben zu teilen und effektiver zu arbeiten.

Die Forschung (u.a. [Gey+11], [MM+16], [Sch+12]) beschäftigt sich in Bezug auf MDUs überwiegend mit technologischen Lösungen und einzelnen Interaktionstechniken, die das Arbeiten in diesen Umgebungen vereinfachen sollen. Allerdings sind für die Verwendung dieser Technologien Kenntnisse zum Verhalten der Nutzer in MDUs von Bedeutung. Dabei untersuchen bisher nur wenige Arbeiten (zum Beispiel [MM+16],[PS09]) die Abläufe beim kollaborativen Arbeiten in MDUs. Daher fehlt beispielsweise ein Verständnis für den Ablauf der Wechsel zwischen individueller und Gruppenarbeit, welche Rollen Nutzer einnehmen oder wie der Raum vor und auf einer Displaywand tatsächlich genutzt wird. Dabei sind Proxemik und Territorialität, sowie enge und lockere Kollaboration zentrale Begrifflichkeiten, die in Studien untersucht werden können.

Proxemik ist hierbei ein Teil der soziologischen Forschung, der sich mit dem Raumverhalten zwischen Kommunikations- und Interaktionspartnern beschäftigt [Hal69]. In Bezug auf interaktive Displays und MDUs lässt sich damit der Interaktionsraum vor dem Display untersuchen. Von Interesse ist, wie sich Gruppen vor einem Display, aber auch Nutzer untereinander verhalten. Außerdem können Aussagen über Positionen, Orientierung und Distanzen getroffen werden.

Interaktionen finden nicht nur vor den Displays statt, sondern insbesondere auf den zur Verfügung stehenden Displays. Dabei können die Nutzung von verschiedenen Bereichen und die Gruppenorganisation auf den Displays als territoriales Verhalten beobachtet werden [Aza+12]. Des Weiteren lassen sich Kollaborationsstile und deren Wechsel während der Arbeit erkennen. Dabei gehen diese Arbeitsweisen von enger Zusammenarbeit bis hin zu individueller, paralleler Arbeit [Tan+06]. Besonders interessant sind diese Beobachtungen für verschiedene Anwendungsfälle und Gruppengrößen.

Diese Kenntnisse werden benötigt, um die untersuchten Interaktionstechniken und andere technologischen Lösungen sinnvoll nutzen zu können. Das Ziel ist dabei häufig, Interaktionen mit neuartigen Geräten zu vereinfachen und natürlich zu gestalten [Gre+11]. Dazu werden konkrete Anforderungen an kollaborative Anwendungen benötigt, die aus Beobachtungen und Untersuchungen von Nutzergruppen in verschiedenen Umgebungen und Anwendungsfällen resultieren können. Erst mit diesen Kenntnissen können die erforschten Technologien sinnvoll für die kollaborative Arbeit in MDUs eingesetzt werden.



Die unterschiedlichen Anwendungsmöglichkeiten motivieren dazu, sich mit verschiedenen Kombinationen aus interaktiven Displays zu beschäftigen und Kenntnisse für diese Umgebungen zu untersuchen. Eine konkrete Arbeitsumgebung, in der derzeit Kenntnisse zu Verhaltensweisen von Nutzern fehlen, ist die Kombination von zwei vertikalen Großdisplays. Mit dieser Umgebung können sich Anwendungsmöglichkeiten ergeben, bei denen viele Nutzer beteiligt sind. Dazu zählt beispielsweise die Durchführung von Analysen, Lehrveranstaltungen oder Planungsaufgaben. In diesen Anwendungsfällen können die Displays herkömmliche Tafeln, Whiteboards, Flipcharts sowie Laptops und PCs ersetzen und somit neue Arbeitsweisen und Interaktionen ermöglichen.

## 1.2 Zielstellung

Das Ziel dieser Masterarbeit ist die Analyse von Verhaltensweisen bei der kollaborativen Arbeit an zwei interaktiven Großdisplays. Zunächst steht hierbei die Analyse der aktuellen Literatur und die Auseinandersetzung mit verwandten Arbeiten in Bezug auf Verhaltensbeobachtung an interaktiven Displays im Fokus. Dabei soll sich insbesondere mit Begrifflichkeiten wie Kollaboration, Kollaborationsstile, Raumnutzung, Großdisplays und MDUs auseinander gesetzt werden.

Des Weiteren wird eine Klassifikation von Verhaltensweisen bei der kollaborativen Arbeit an interaktiven Displays erarbeitet, um Beobachtungen und typische Verhaltensweisen einordnen und zueinander abgrenzen zu können.

Ein zentraler Bestandteil dieser Arbeit ist außerdem die Vorbereitung und Durchführung einer Beobachtungsstudie. Dabei sollen Kleingruppen (2-3 Personen) sowie größere Gruppen (4-5 Personen) bezüglich des Nutzerverhaltens beim Arbeiten an zwei Großdisplays beobachtet werden. Dazu werden zwei kollaborative Aufgabenstellungen entwickelt, die an der Displaywand und an einem Microsoft Surface Hub bearbeitet werden sollen. Aus den Beobachtungen und Ergebnissen der Studie sollen sich Kenntnisse und Anforderungen an Anwendungen und das Setup mit zwei vertikalen Großdisplays für kollaboratives Arbeiten ergeben. Zur Analyse der Ergebnisse kann die erarbeitete Klassifikation genutzt werden, um Verhaltensweisen voneinander abgrenzen zu können. Zudem wird sich kritisch mit den Ergebnissen der Studie auseinander gesetzt.

## 1.3 Aufbau der Arbeit

Die vorliegende Arbeit wird in sechs Kapitel eingeteilt. Die Einleitung dient dabei der Erläuterung der Motivation, Aufgaben- und Zielstellung sowie dem Überblick über

den Aufbau der Arbeit. In Kapitel 2 beschäftigt sich diese Arbeit mit verwandten Arbeiten und dem aktuellen Forschungsstand in Bezug auf das Nutzerverhalten beim kollaborativen Arbeiten an interaktiven Displays. Dabei wird auf horizontale und vertikale Displays sowie deren geschichtliche Entwicklung und Anwendungsbereiche eingegangen. Ein zentraler Bestandteil dieses Kapitels ist die Auseinandersetzung mit Verhaltensbeobachtungen wie Proxemik, Territorialität und Kollaborationsstilen. Diese werden in Bezug auf ihre Bedeutung und das Auftreten in verschiedenen Szenarien betrachtet. Des Weiteren wird sich mit dem aktuellen Forschungsstand zu MDUs auseinander gesetzt. Dieser zeigt verschiedene Arbeitsumgebungen und Verhaltensbeobachtungen in diesen Umgebungen auf. Anschließend wird für dieses Kapitel ein Fazit gezogen und Folgerungen für die weitere Arbeit diskutiert.

In Kapitel 3 wird eine mögliche Klassifikation der in der Literatur beschriebenen Verhaltensweisen vorgenommen. Dabei soll ermöglicht werden, typische Verhaltensweisen voneinander abgrenzen zu können. Diese Klassifikation soll außerdem die Einordnung der Beobachtungen aus der Studie erleichtern.

Kapitel 4 beschäftigt sich mit den Zielen, Aufgaben sowie dem Studiendesign und der Vorgehensweise für die geplante Beobachtungsstudie. Weiterhin wird auf die Erwartungen an die Studie und die Methoden der Datensammlung eingegangen.

In Kapitel 5 werden die Ergebnisse der Beobachtungsstudie beschrieben und interpretiert. Dazu unterstützen Abbildungen, Grafiken und Tabellen die Darlegung der Ergebnisse. Außerdem wird sich in diesem Kapitel mit den Problemen bei der Durchführung der Studie auseinander gesetzt.

Anschließend folgt in Kapitel 6 die Zusammenfassung der Erkenntnisse dieser Arbeit. Zudem wird ein Fazit bezüglich der Anforderungen an ein Setup bestehend aus zwei Großdisplays gezogen und ein Ausblick auf weitergehende Untersuchungen gegeben.

# Aktueller Forschungsstand und verwandte Arbeiten

In diesem Kapitel werden der aktuelle Forschungsstand und verwandte Arbeiten bezüglich Verhaltensweisen an interaktiven Displays betrachtet. Dabei wird zunächst auf Forschungsarbeiten zu interaktiven horizontalen und vertikalen Displays eingegangen. Ein zentraler Bestandteil ist die Auseinandersetzung mit Arbeiten bezüglich der Verhaltensweisen bei der Kollaboration. Dabei stehen die Begriffe Proxemik, Territorialität und Kollaboration im Vordergrund. Abschließend werden Arbeiten zu MDUs betrachtet.

## 2.1 Interaktive Großdisplays

In vielen Bereichen des privaten und öffentlichen Lebens finden sich interaktive Displays wieder. Sie sind aus Autos, Restaurants, Geschäften und aus der Freizeitgestaltung nicht mehr wegzudenken. Zudem finden interaktive Großdisplays, also metergroße Displays, immer mehr Anwendungen in unserer Informationsgesellschaft. Großdisplays werden häufig in Gruppen und stationär an einem Ort genutzt [PD15]. Ihre Anwendungsbereiche sind unter anderem Konferenzräume und öffentliche Plätze.

### 2.1.1 Horizontale Großdisplays

In Arbeiten zu horizontalen Displays [Mar+08; PD15; RL04] lassen sich die Begriffe Multitouch Tische, interaktive Tische und Tabletops wiederfinden. In Abbildung 2.1 sind ein Tabletop-Displays und ein Tabletop-Display mit Tangible User Interface dargestellt. Alle Begrifflichkeiten vereint, dass diese aus den Vorteilen der Interaktion an einem Tisch hervorgegangen sind. Tische werden im Alltag zum gemeinsamen Arbeiten, für Gespräche und Freizeitaktivitäten genutzt. Daher lag der Fokus der Forschung darauf, Computer in Tischen zu integrieren [MTF12]. Bereits 1945 gab es eine erste Vision, die einen interaktiven Schreibtisch und berührungsempfindliche Oberflächen beschrieb [Bus45]. Diese Vision eines Schreibtisches der Zukunft bildete eine Grundlage für die Entwicklung von horizontalen Displays [MBM08]. Mit der Entwicklung der FTIR-Technik (Frustrated Total Internal Reflection) zum Erfassen

von Multitouch-Interaktionen konnten interaktive Oberflächen für 'Jedermann' auf den Markt gebracht werden. Das sorgte dafür, dass im Jahr 2007 das Microsoft Surface Tabletop-Display (siehe Abbildung 2.1a) als interaktive Arbeitsoberfläche vorgestellt wurde. Seitdem findet eine rasante kommerzielle Entwicklung von interaktiven Oberflächen statt, die auch Gegenstand der gegenwärtigen Forschung sind.



(a)



(b)

**Abbildung 2.1.:** Beispiele für horizontale Displays: (a) Im Jahr 2007 vorgestelltes Microsoft Surface Tabletop-Display [Dat] (b) Beispiel für ein Tangible User Interface mit verschiedenen Interaktionsobjekten [Aur]

Horizontale Displays werden in Laboren, Konferenzräumen und in täglichen Arbeitsumgebungen eingesetzt. Dabei unterstützen diese zum einen die individuelle Arbeit von Nutzern, wie an einem Schreibtisch und zum anderen die Arbeit in Gruppen. Typische Anwendungsszenarien sind Brainstorming, Designaufgaben, Planungen und Datenanalysen [Tan+06].

Horizontale Displays sind durch die uneingeschränkte Orientierung [MTF12] und intuitiven Interaktionsmöglichkeiten ideal als Kollaborationsumgebung für kleine Gruppen [SCI04]. Zagermann et al. [Zag+16] fanden in einer Studie heraus, dass Tabletops die Kollaboration durch die einfache „Face-to-Face“ Kommunikation unterstützen. Durch den interaktiven Aspekt von Tabletops wird außerdem die gleichzeitige Kollaboration ermöglicht. Zagermann et al. stellten außerdem fest, dass Verhaltensweisen, wie natürliche Territorien aus nicht-digitalen Situationen übernommen werden. Horizontale Displays haben zudem den Vorteil, dass Gegenstände wie Bücher, Tassen und Schreibutensilien auf der Oberfläche abgelegt werden können [Gey+11]. Diese Gegenstände könnten in Tangible User Interfaces (TUI) auch als Interaktionsobjekte genutzt werden. TUIs verknüpfen dabei vertraute und physische Gegenstände des Alltags mit digitalen Informationen [Gey+11]. Die ausgeführten Interaktionen auf der Oberfläche werden durch physikalische Phänomene der realen Welt simuliert und machen dieser Interaktionen damit intuitiv. Beispielsweise entwickelten Geyer et al. [Gey+11] ein System zur Erstellung eines Diagrammes in einem kreativen Designprozess. Dabei traten physische Notizzettel als digitale Repräsentation auf dem interaktiven Display auf und konnten zum Erstellen eines Diagrammes genutzt werden. Damit flossen digitale und reale Welt ineinander über

und ermöglichten leichte Interaktionen mit interaktiven Displays. In Abbildung 2.1b ist ein Tangible User Interface mit verschiedenen Interaktionsobjekten dargestellt.

Neben den Vorteilen von horizontalen Displays treten in den Arbeitsumgebungen auch Probleme auf. Die Orientierung des Displays ist oft ein Problem, wenn größere Gruppen am Display arbeiten. Von einer Seite des Displays können die Nutzer die Inhalte nur verkehrt herum sehen [Gey+11]. Zagermann et al. [Zag+16] stellten zur Lösung dieses Problems eine Arbeitsumgebung vor, in der zusätzlich Tablets genutzt werden. Weiterhin ist die Nutzung des Raumes um das Display problematisch, da nur direkt am Display interagiert werden kann [Gey+11]. Daher sind horizontale Displays nur für kleine Gruppen geeignet. Außerdem ließen sich Probleme mit der Haltung beobachten [Pot+12]. Nutzer berichteten über Nackenverspannungen durch das übergebeugte Lesen und Schreiben an einem horizontalen Display. Für die Forschung haben horizontale Displays gegenwärtig eine Bedeutung als Untersuchungsgegenstand für neuartige Gesten, Interfaces und die Unterstützung von Kollaboration.

### 2.1.2 Vertikale Großdisplays

Interaktive vertikale Großdisplays werden in Konferenzräumen und Laboren besonders für die Analyse von komplexen Daten zur Problemlösung und Entscheidungsfindung eingesetzt. Der Ursprung dieser Displays lässt sich in der Entwicklung von Touch-Technologien für Oberflächen finden. Die Vision des „Ubiquitous Computing“ beschrieb außerdem in den 1990er Jahren die Verwendung von realen Oberflächen, wie Wänden, Fluren und Tischen als Interaktionsoberflächen. Als eines der ersten vertikalen Großdisplays wurde 1999 die PortfolioWall [PD15] vorgestellt (siehe Abbildung 2.2a). Diese nutzte Interaktionstechniken, wie Slide-Gesten und sollte dabei eine dynamische Version von Designboards darstellen, die im Designprozess verwendet werden. Weiterhin wurden Großdisplays entwickelt, die gegenwärtig als Wanddisplays oder mobile Großdisplays in Konferenzräumen und Laboren eingesetzt werden.

Aus den Vorteilen dieser Großdisplays ergeben sich verschiedene Anwendungsmöglichkeiten. Im Gegensatz zu herkömmlichen Desktop-Displays lassen sich auf Großdisplays mehr Informationen gleichzeitig darstellen. Studien [AEN10] ergaben, dass die Displaygröße und die dadurch entstehenden Möglichkeiten einen positiven Effekt auf die menschliche Wahrnehmung haben. Daher ergeben sich Anwendungsfelder, in denen sehr große Datensätze oder Visualisierungen dargestellt werden sollen. Mögliche Anwendungsfelder sind dabei Stadtplanung und Architektur, Medizin, Biologie und Automobildesign [PD15]. Andrews et al. [AEN10] untersuchten die Verwendung von Großdisplays beim Sensemaking – dem Lösen eines analytischen Problems. Dabei wurde festgestellt, dass räumliche Beziehungen auf den



(a)



(b)

**Abbildung 2.2.:** Beispiele für vertikale Displays: (a) Erstes vertikales Display PortfolioWall von 1999 [Bux10] (b) Vertikales Großdisplay aus einer Studie von Rajabiyazdi et al. [Raj+15]

Displays von Bedeutung sind und dadurch die Arbeitsleistung verbessert wird. Ein Grund dafür ist, dass Informationen durch die räumliche Anordnung besser aus dem Gedächtnis abgerufen werden können. Dabei ist außerdem von Bedeutung, dass physische Bewegungen ausgeführt werden müssen, wenn Informationen in eine räumliche und semantische Ordnung gebracht und diese abgerufen werden.

Zudem eignen sich vertikale Großdisplays durch ihre Displaygröße zur Darstellung vieler Informationen. Langner et al. [LKD19] nutzten den Raum auf dem Display, um besonders viele Daten in verschiedenen Visualisierungen darzustellen. Diese „Multiple Coordinated Views“ stellten komplexe Datensätze auf nur einem großen Display dar und ermöglichten die Exploration und Analyse dieser Datensätze. Dabei war auch hier die physische Navigation von Vorteil, die nötig war, um verschiedene Visualisierungen zu betrachten und mit ihnen zu interagieren. Weiterhin haben vertikale Großdisplays Vorteile für das Beobachten und Reflektieren von Daten und Visualisierungen [Sch+12] sowie das Vergleichen von Daten [AEN10].

Wie bereits angedeutet, können vertikale Großdisplays in den verschiedensten Disziplinen zum Einsatz kommen. Rajabiyazdi et al. [Raj+15] untersuchten in einer Studie, welche Vorteile sich aus der Größe und Auflösung dieser Displays für die Forschung in verschiedenen wissenschaftlichen Bereichen ergeben (siehe Abbildung 2.2b). Bei der Untersuchung nahmen u.a. Literatur- und Kunstwissenschaftler, Psychologen, Soziologen, Computergrafiker, Designer und Radiologen teil. In jeder dieser Disziplinen wird sich mit verschiedensten Daten, Inhalten und Objekten auseinandergesetzt. Eine Herausforderung dieser Studie war daher die Darstellung verschiedenster Datensätze und Objekte. Dabei ergaben sich für die Analyse von Dokumenten, Aufzeichnungen und Datensätze vor allem Vorteile aus der Größe und Auflösung des verwendeten Displays. Hierbei konnten Details gefunden werden, die mit herkömmlichen Displays nur mit hohem Aufwand entdeckt worden wären.

Vertikale Displays werden in der Forschung in verschiedenen Größen und in verschiedenen Umgebungen untersucht. Paul et al. [PB18] führten eine Studie durch, in der die Nutzer mit unterschiedlichen Displaygrößen interagieren sollten. Dabei wurden Displays genutzt, die von persönlichen Displays bis hin zu großen Wanddisplays reichten. Für jede Art von Display ergaben sich in dieser Studie verschiedene Interaktionen und Zonen, in denen diese ausgeführt wurden. Darüber hinaus gibt es für jedes dieser Displays unterschiedliche Anwendungsmöglichkeiten. So werden kleinere persönliche Displays eher für die individuelle Arbeit genutzt, während große Displays das Arbeiten in Teams erlauben. Neben dem Raum auf dem Display unterscheidet sich bei unterschiedlichen Displaygrößen auch der Platz vor dem Display. Für Großdisplays wird dieser Raum in vielen Szenarien zur Kollaboration von mehreren Personen genutzt [JH16; JH16; WIL16]. In diesem Raum können Nutzer gleichzeitig interagieren, manipulieren und gemeinsam diskutieren. Daher bieten besonders Großdisplays die Möglichkeit, Aufgaben, Problemlösungen, Analysen und Planungen kollaborativ in Gruppen zu erarbeiten.

## 2.2 Verhalten bei der Kollaboration an interaktiven Displays

Kollaboration entsteht, wenn mehrere Personen, beispielsweise bei der Analyse von Daten und zur Problemfindung, gemeinsam Arbeiten und Lösungen finden. Insbesondere interaktive Großdisplays bieten durch ihre Größe und den entstehenden Raum vor dem Display, eine gute Möglichkeit kollaborativ in Teams zu arbeiten. Kollaboration ist dabei ein Prozess, bei dem verschiedenste Verhaltensmuster auftreten können, die im Folgenden untersucht werden sollen.

### 2.2.1 Proxemik und Distanzen bei der Kollaboration

Bei der Kollaboration an interaktiven Großdisplays können verschiedene Verhaltensweisen beobachtet werden. Insbesondere in komplexen Arbeitsumgebungen, in denen eine Vielzahl von Verhaltensweisen und Arbeitsstrategien auftreten, ist die Beobachtung dieser von Bedeutung [MM+16]. Bei der Analyse hilft dabei u.a. die Einordnung von Distanzen zwischen Nutzern sowie zwischen Nutzern und den Displays. Das Gebiet der Proxemik bietet hierbei bereits erforschte Zonen wie beispielsweise die Zonen der Proxemik nach Hall. In der Mensch-Computer-Interaktion fallen unter den Begriff der Proxemik zudem Faktoren, wie Orientierung, Bewegung, Identität und Position [Gre+11].

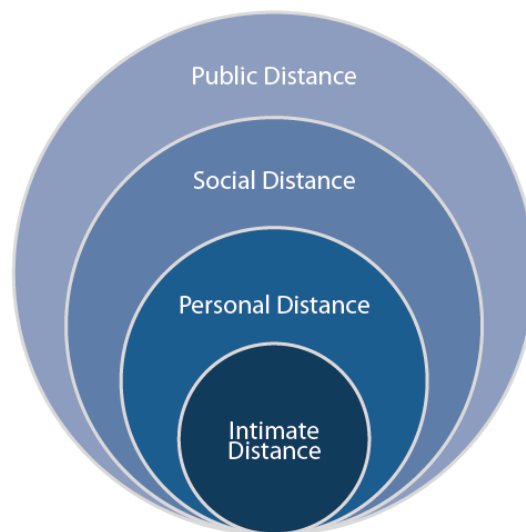
Im Folgenden sollen verschiedene Studien untersucht werden, die aufzeigen, dass

unter verschiedenen Bedingungen und Aufgabenstellungen unterschiedliche Verhaltensweisen zu beobachten sind.

## Grundlagen zu Proxemik und Distanzen

Menschen interagieren mit ihrer Umwelt und den Personen in ihrer Umgebung. Ein grundlegender Aspekt dieser Interaktion ist das Einnehmen von Distanzen und das Respektieren von Freiräumen [Sta19]. Dabei werden in der Psychologie, Anthropologie aber auch in der Mensch-Computer-Interaktion [Nov04] die Begriffe der Proxemik betrachtet.

Proxemik wird in der Anthropologie - der Menschenkunde - als ein Teil der nonverbalen Kommunikation untersucht und beschrieben. Dabei werden das Raumverhalten von Personen und der Austausch von Signalen durch das Einnehmen von Distanzen betrachtet. Dieser Begriff wurde in den 1960er Jahren von Edward T. Hall geprägt. Hall [Hal69] führte vier Distanzzonen der Proxemik ein und systematisierte diese in Bezug auf die Interaktion zwischen Menschen. Dabei wurde jeder Distanz eine besondere Bedeutung für das zwischenmenschliche Verhalten zugeschrieben [Nov04]. In Abbildung 2.3 werden diese Zonen und deren Aufbau schematisch dargestellt.



**Abbildung 2.3.:** Die vier Proxemikzonen (Intimdistanz, persönliche Distanz, soziale Distanz, öffentliche Distanz) nach Hall als Schema dargestellt [Cas].

Als die geringste Distanz zwischen Personen beschrieb Hall [Hal69] die Intimdistanz (0 cm - 45 cm). In dieser findet Körperkontakt statt oder andere Interaktionspartner dringen mindestens in den hautnahen Körperbereich ein. Dies bedeutet, dass nur eng vertraute Personen in diesem Bereich miteinander interagieren und kommunizieren. Fremde brauchen in dieser Distanz eine Einwilligung, um in Kommunikation treten zu können.



Die nächste Zone nach Hall [Hal69] ist die persönliche Distanz (45 cm - 120 cm), die als normale Gesprächsdistanz und als Raum für Freunde und Verwandte wahrgenommen wird. Diese Zone verläuft in etwa einer Armlänge von der Person entfernt. Somit können Fremde auf Abstand gehalten werden.

Hall [Hal69] beschrieb weiterhin die soziale Distanz (120 cm - 360 cm), in der zwischen den Interaktionspartnern keine Berührungen stattfinden können. Daher werden in dieser Zone häufig unpersönliche Angelegenheiten, wie formale Gespräche abgewickelt. Diese Zone gilt auch als Schutz vor Fremden.

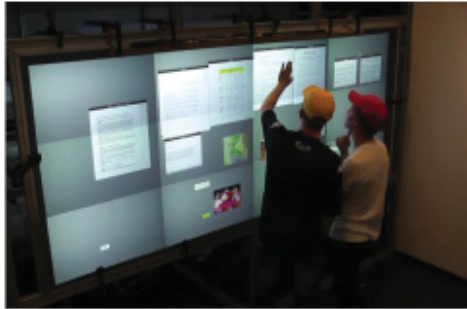
Die öffentliche Distanz (ab 360 cm) nach Hall [Hal69] ist die weiteste Zone. In dieser Zone können die Personen keine Beziehung zueinander eingehen, weil diese zu weit entfernt voneinander sind. Beispielsweise wird beim Reden vor einem großen Publikum keine persönliche Beziehung zu den Zuhörern eingegangen. Diese Distanz kann nur in großen Räumen oder in Außenbereichen beobachtet werden.

In der Literatur und in Forschungsarbeiten der Mensch-Computer-Interaktion [JH14; JH16; May+18; Wal+09] wird immer wieder Bezug zu diesen Distanzen genommen. Dabei kommt es, je nach Anwendungsgebiet, zu unterschiedlichen Angaben zu den Größen der Zonen. Eine weitere Ursache für abweichende Angaben ist die unterschiedliche Wahrnehmung der Distanzen von Mensch zu Mensch, die auch von der Beziehung zwischen den Personen abhängt. Nachweisbare Unterschiede finden sich auch in unterschiedlichen Kulturen wieder. Die Zonen der Proxemik nach Hall beziehen sich auf Nord- und Mitteleuropäer sowie Nordamerikaner [Hal69]. Beispielsweise gelten für Südeuropäer und Südamerikaner geringere Distanzen. In südlichen Ländern gibt es vor allem eine andere Wahrnehmung der Intimdistanz [Sta19].

## **Distanzen zwischen Nutzern und Displays**

In der Mensch-Computer-Interaktion werden die Begriffe der Proxemik für die Beschreibung von Distanzen verwendet. Bei der kollaborativen Arbeit an interaktiven Displays nehmen Nutzer verschiedene Distanzen zum Display ein. Diese können beispielsweise vom Setup oder den unterstützten Interaktionstechniken abhängen. Jakobsen et al. [JH14] nutzten ein hochauflösendes Multitouch-Display, um das kollaborative Arbeiten anhand einer kollaborativen Analysaufgabe zu untersuchen. Das Setup in dieser Studie erlaubte den Nutzern, sich die meiste Zeit nah am Display aufzuhalten. Als Grund wurde die hohe Auflösung des Displays genannt, die es ermöglichte, direkt am Display zu lesen oder Interaktionen auszuführen. In einer Studie von Langner et al. [LKD19] hingegen wurde beobachtet, dass sich die Nutzer vorwiegend entfernt vom Display aufhielten. In dieser Studie sollten die Nutzer große Datenmengen in mehreren Ansichten explorieren. Dazu hatten die Nutzer

eine Interaktionstechnologie zur Verfügung, die es ermöglichte, auch aus der Ferne mit dem Display zu interagieren. Dabei konnte außerdem beobachtet werden, dass die Nutzer sich häufig vor und zurück bewegten. Ein Grund dafür war, dass sowohl ein Überblick aus der Distanz als auch detaillierte Betrachtungen am Display nötig waren. In Abbildung 2.4 werden zwei Situationen aus den Studien dargestellt, in denen die Nutzer unterschiedlichen Distanzen eingenommen haben.

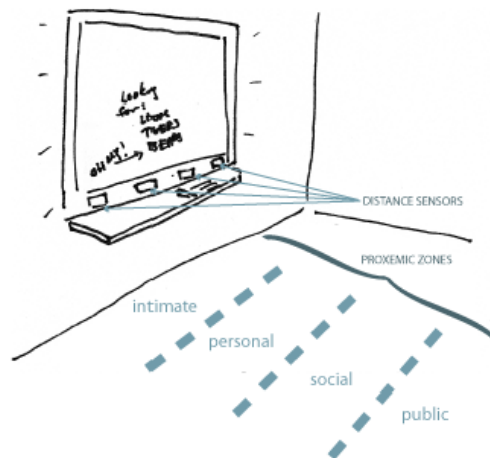


(a)



(b)

**Abbildung 2.4.:** Distanzen zu einem interaktiven Display: (a) Nutzer nehmen beim Sensemaking eine geringe Distanz zum Display ein [JH14] (b) Nutzer arbeiten nah und entfernt vom Display durch verschiedene Interaktionsmöglichkeiten [LKD19]



**Abbildung 2.5.:** Vier Interaktionszonen (Intimzone, persönliche Zone, soziale Zone, öffentliche Zone) zu einem Display nach Ju et al. [JLK08]

Neben diesen beobachteten Verhaltensweisen in den unterschiedlichen Situationen können Distanzen zwischen Nutzern und Displays als Interaktionszonen definiert werden. Unter anderem werden in verschiedenen Studien dafür die Zonen der Proxemik verwendet. Ju et al. [JLK08] definierten die Zonen nach Hall als Interaktionszonen zwischen dem Nutzer und einem interaktiven Display. Diese Zonen werden in Abbildung 2.5 dargestellt. In der Intimzone (0 cm - 45 cm) finden direkte Interaktionen mit dem System statt. Die persönliche Zone (46 cm - 61 cm) hingegen wird für Aktionen, wie dem Zeigen auf das Display oder Manipulationen verwendet.

In der als Überblicksdistanz beschriebenen sozialen Zone (61 cm - 100 cm) finden keine direkten Interaktionen mit dem Display statt. Am weitesten vom Display entfernt befindet sich die öffentliche Zone (100 cm - 122 cm), in der die Nutzer nicht mehr mit dem System interagieren können.

Paul et al. [PB18] hingegen teilten den Raum vor dem Display in fünf Interaktionszonen ein. Dabei wurden verschiedene Interaktionsmöglichkeiten in den Distanzen beschrieben. Die erste Zone, in die der Nutzer eintritt, ist die „Acknowledge-Zone“. In dieser soll das System den Nutzer erkennen, wenn dieser den Interaktionsbereich betritt. Der Nutzer kann in diesem Bereich noch nicht mit dem System interagieren. Erste Interaktionen kann ein Nutzer erst in der „Engage-Zone“ ausführen. Weiterführende Aktionen sind dem Nutzer in der „Intermediate-Zone“ möglich. Dabei werden durch die bestehende Entfernung zum Display Gesten zur Interaktion genutzt. Die geringste Distanz zum Display hat ein Nutzer in der „Touch-Zone“. In dieser Distanz kann der Nutzer direkt mit dem System interagieren. Weiterhin beschrieben Paul et al. die „Exit-Zone“. In dieser Zone befinden sich die Nutzer, wenn diese sich vom System entfernen. Dabei finden keine Interaktionen mit dem System statt.

Im Groben können die Distanzen zu einem Display in drei Bereiche eingeteilt werden [DKQ13]. Es gibt Bereiche nah am Display, in der direkte Interaktionen mit dem Display ausgeführt werden. Zudem existieren Bereiche, in denen der Nutzer in etwa Armlänge entfernt vom Display steht und nur aus der Entfernung mit dem System interagieren kann. Außerdem gibt es Zonen außerhalb der Reichweite des Displays, in denen keine Interaktionen stattfinden.

In einer Studie von Hawkey et al. [Haw+05] konnten verschiedene Vor- und Nachteile dieser Distanzen festgestellt werden. In dieser Studie arbeiteten die Nutzer zum Lösen einer Planungsaufgabe u.a. nah und entfernt am Display sowie getrennt voneinander in verschiedenen Distanzen. Dabei wurden für die entfernten Distanzen Grafiktablets für die Nutzung zur Verfügung gestellt. Insgesamt konnte festgestellt werden, dass die Distanz zum Display Auswirkungen auf den Komfort, die Ausführung von Gesten und den Überblick hatten. Die Vorteile des Arbeitens aus der Nähe waren, dass Gesten direkt ausgeführt und Interaktionen durch andere Nutzer nachvollzogen werden konnten. Allerdings verloren Nutzer in geringen Distanzen zum Display häufig den Überblick über das gesamte Display. Diese Übersicht über das ganze Display konnte wiederum durch das Arbeiten entfernt vom Display gewährleistet werden. Dabei war es allerdings schwierig, Zeigegesten zu zuordnen, kleine Objekte zu selektieren und Inhalte zu lesen.

## Distanzen zwischen Nutzern

Neben den Distanzen zu einem Display werden in verschiedenen Studien der MCI die Distanzen zwischen Nutzern betrachtet. Dazu beziehen sich viele Studien auf die vorgestellten Proxemikzonen nach Hall. Die vier Zonen sind auch für die Einteilung von zwischenmenschlichen Interaktionen in der Mensch-Computer-Interaktion von Bedeutung.

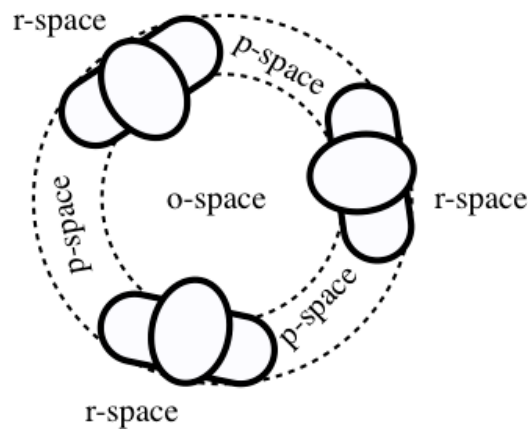
Bei der Betrachtung von Distanzen zwischen Nutzern an interaktiven Displays kann zwischen Arbeitsweisen in den nahen Zonen und den entfernten Zonen unterschieden werden. In einigen Studien von Jakobsen [JH14; JH16] konnte beobachtet werden, dass beim Interagieren an Großdisplays die meiste Zeit in den nahen Zonen gearbeitet wurde. Zu den nahen Zonen zählen dabei die intime und persönliche Zone.

Jakobsen et al. [JH16] verglichen in einer Studie die Eingabemethoden mit Maus und Touch. Dabei sollten die Teilnehmer der Studie zum einen eine Puzzleaufgabe lösen und zum anderen eine Zeitschrift gestalten. Unabhängig von der Eingabemethode und der Aufgabe konnte festgestellt werden, dass die Nutzer hauptsächlich in der persönlichen Zone arbeiten.

Azad et al. [Aza+12] konnten weiterhin für die soziale und öffentliche Distanz feststellen, dass diese eher genutzt werden, wenn mehrere individuelle und sich fremde Personen oder Gruppen mit einem System interagieren.

Die Nutzung der entfernten Distanzen kann auch mit der Größe eines Displays zusammenhängen. Wallace et al. [WIL16] und Azad et al. [Aza+12] untersuchten in ihren Studien das Verhalten bei der Kollaboration an großen vertikalen Displays. Dabei wurde in beiden Studien eine Puzzleaufgabe mit gleicher Aufgabenstellung verwendet. Der Unterschied lag darin, dass Wallace et al. ein breiteres Display nutzten (Wallace et al.: 4 m, Azad et al.: 3 m) und somit mehr Platz auf und vor dem Display zur Nutzung zur Verfügung standen. Dies hatte zur Folge, dass in der Studie von Wallace et al. die Nutzer vorwiegend in der sozialen Distanz miteinander arbeiteten, während sich an einem kleineren Display bei Azad et al. die Nutzer in der persönlichen Zone aufhielten.

Neben den etablierten Beschreibungen zu den Zonen nach Hall existieren weitere Zonenbeschreibungen, die bei der Interaktion zwischen Menschen vorkommen. Marshall et al. [MRP11] verwendeten eine Einteilung in drei Bereiche, die durch die beteiligten Personen definiert werden. Der Interaktionsraum ist dabei kreisförmig zwischen den Personen aufgespannt (siehe Abbildung 2.6). Zum einen wird von den beteiligten Personen ein Bereich definiert (o-space), der zur Interaktion zwischen den Personen verwendet wird und für den Außenstehende einen exklusiven Zutritt benötigen. Außerdem wird ein Randbereich beschrieben (p-space), in dem sich die Beteiligten befinden und der gegebenenfalls vergrößert wird, wenn weitere Perso-



**Abbildung 2.6.:** Schema der Interaktionszonen in Kreisform nach Marshall et al. [MRP11]

nen an der Interaktion teilnehmen. Neben diesen beiden Bereichen, in denen die Interaktionen stattfinden können, wird ein Bereich definiert, der außerhalb dieses Interaktionsraumes liegt (r-space). In diesem Bereich halten sich Außenstehende sowie Personen auf, die sich an der Interaktion beteiligen möchten und in den Interaktionsraum aufgenommen werden wollen.

Die vorgestellten Zonenbeschreibungen werden in Tabelle 2.1 gegenüber gestellt. Dabei werden zudem die in den Arbeiten angegebenen Maße aufgeführt, die sich je nach Anwendungsbereich unterscheiden. Zusätzlich werden zwei Arten von Territorien aufgeführt, die in Abschnitt 2.2.4 beschrieben werden.

	Proxemikzonen nach Hall [Hal69]	Interaktionszonen nach Ju [JLK08]	Bereiche nach Marshall [MRP11]	Territoriale Bereiche
Intime Distanz	0 - 45 cm	0 - 45 cm		Private Territorien
Persönliche Distanz	45 - 120 cm	46 - 61 cm	O-Space	
Soziale Distanz	120 - 360 cm	61 - 100 cm	P-Space	Öffentliche Territorien
Öffentliche Distanz	ab 360 cm	100 - 122 cm	R-Space	

**Tabelle 2.1.:** Überblick über die im Text erläuterten Zonenbeschreibungen und Territorien

## 2.2.2 Kollaborationsstile

Bei Personen, die in Gruppen an verschiedenen Problemen und Aufgaben arbeiten, können verschiedene Kollaborationsstile beobachtet werden. Dabei existieren verschiedene Strategien, die in unterschiedlichen Szenarien zur Anwendung kom-

men. Im Folgenden werden Arbeiten vorgestellt, die verschiedene Kollaborationsstile untersucht haben.

## **Kollaborationsstrategien an interaktiven Displays**

Durch die verschiedenen Aufgaben und Gruppenzusammenstellungen bei der Arbeit an Großdisplays entstehen verschiedene Kollaborationsstile. Dabei treten enge und lockere Kollaborationsstrategien auf, die auch während der Nutzung variiert und verändert werden [JH14; MM+16]. In einer Studie von Jakobsen et al. [JH14] arbeiteten die Nutzer beispielsweise abwechselnd zusammen und parallel an einer kollaborativen Analyseaufgabe.

In der Forschung wurden hauptsächlich Kollaborationsstrategien für Tabletop-Displays untersucht. Tang et al. [Tan+06] und Bachl et al. [Bac+11] kategorisierten die Verhaltensweisen in den entsprechenden Umgebungen.

Tang et al. [Tan+06] konnten anhand einer Karten- bzw. Graph-Explorationsaufgabe verschiedene Strategie beobachten. Zum einen arbeiteten die Nutzer in enger Kollaboration an dieser Aufgabe. Für diese Strategie war typisch, dass die Nutzer am gleichen Problem und im gleichen Bereich des Displays arbeiteten. Als enge Kollaboration wurde zudem das aktive Arbeiten eines Nutzers, der die Aktionen ausführte und die passive Beteiligung eines Nutzers, der den Partner durch Ideen und Anregungen unterstützte definiert. Weiterhin beobachteten Tang et al. kooperative Arbeitsweisen, bei denen parallel und individuell gearbeitet wurde. Zudem traten Situationen auf, in denen sich ein Nutzer nicht an der Lösung der Aufgabe beteiligt hat.

Diese unterschiedlichen Kollaborationsstile konnten in verschiedenen Phasen der Zusammenarbeit beobachtet werden. Hierbei variierten die Nutzer diese Arten der Zusammenarbeit immer wieder.

Bachl et al. [Bac+11] hingegen kategorisierten die Arbeitsstile für die gesamte Aufgabe. Die Teilnehmer der zugrundeliegenden Studie sortierten hierbei Dokumente in ihrer Reihenfolge. Dabei traten enge Kollaboration, lockere Kollaboration oder Mischformen auf. Die enge und lockere Kollaboration zeichneten sich, wie in anderen Studien, durch gemeinsames Arbeiten bzw. durch individuelles Arbeiten aus. Darüber hinaus traten Strategien auf, die beide Kollaborationsstile vereinen. Es konnte beispielsweise beobachtet werden, dass die Nutzer zu Beginn der Aufgabe parallel arbeiteten und zum Ende der Aufgabe in eine enge Zusammenarbeit übergingen, um die Aufgabe gemeinsam zu lösen. Weiterhin konnte eine Strategie identifiziert werden, bei der die Nutzer beide Kollaborationsstile während der gesamten Aufgabe wechselten. Dies führte zu Phasen der parallelen Arbeit und der

gemeinsamen Arbeit. Das Zusammenfinden in den Gruppen war von Bedeutung, um Teilergebnisse zusammenzutragen.

## **Kollaborationsstile und Distanzen**

Kollaborationsstile stehen u.a. im Zusammenhang mit den Distanzen zwischen Nutzern [JH14; LKD19; Tan+06]. Hierbei ist zu beobachten, dass nah beieinanderstehende Nutzer eng zusammenarbeiten und weit entfernt voneinander stehende Nutzer eher parallel und individuell arbeiten.

Jakobsen et al. [JH14] beschrieben diesen Zusammenhang näher, indem diese die verschiedenen Kollaborationsstile auf die Proxemikzonen nach Hall bezogen. In einer Studie explorierten die Teilnehmer ein komplexes Szenario durch Analysen von Dokumenten. Dabei wurde beobachtet, dass in der intimen Zone eng im gleichen Bereich des Displays zusammengearbeitet wurde. In der persönlichen Zone variieren Nutzer zwischen enger Zusammenarbeit im gleichen Bereich oder lockerer Zusammenarbeit in getrennten Bereichen. In der sozialen Zone wird vorwiegend getrennt voneinander gearbeitet. Typisch ist für diese Zone, dass sich Nutzer einen Überblick über Aktionen von anderen Nutzern verschaffen wollen.

## **Konkurrierendes Verhalten bei der Kollaboration**

Mit Kollaboration wird das Zusammenarbeiten von mehreren Personen an einer Aufgabe oder einem analytischen Problem verbunden. Dabei kann Kollaboration auch konkurrierende Aspekte enthalten, insbesondere wenn Aufgaben und Interessen von einzelnen Teilnehmern im Konflikt stehen.

Diese Situationen treten in Szenarien mit mehreren Teilnehmern auf, in denen Entscheidungen getroffen werden müssen. Beispielsweise in Redaktionen bei der Gestaltung von Titelseiten [Bir+07] oder bei der Planung von Veranstaltungen und Konferenzen [Tan16]. Birnholz et al. [Bir+07] untersuchten in einer Studie das konkurrierende Verhalten bei der Verwendung von unterschiedlichen Eingabemodalitäten. Dabei stellten diese fest, dass besonders bei Eingabemöglichkeiten, welche die parallele Arbeit ermöglichen, konkurrierendes Verhalten auftritt. Bei der parallelen Arbeit fokussieren sich die Nutzer häufig nur auf die eigenen Interessen und Aktivitäten. In diesen Situationen kann es daher zu Frustration kommen. Insbesondere, wenn Aktionen kollidieren und die Gruppe sich durch Diskussionen für eine Variante entscheiden muss.

Bolton et al. [BKV12] betrachteten im Zusammenhang mit konkurrierendem Verhalten unter anderem sphärische Displays. Während der durchgeführten Studie sollten die Teilnehmer einzelne Teile zu vorgegebenen Objekten anordnen. Dabei konnten

die Autoren beobachten, dass besonders beim konkurrierenden Arbeiten oft auf die Arbeit des anderen geschaut wurde. Jakobsen et al. [JH16] stellten weiterhin fest, dass beim konkurrierenden Arbeiten auch um den Platz vor und auf dem Display gekämpft wird. Dabei bewegen sich Nutzer oft um andere Nutzer herum und greifen über andere Nutzer, wenn im gleichen Bereich gearbeitet wird.

Ein weiterer Bereich in dem konkurrierendes Verhalten beobachtet wurde, ist das kollaborative Spielen an Displaywänden [Luo+13; May+18]. Hierbei wurde festgestellt, dass sich bei verschiedenen Spielmodi Konkurrenzen zwischen den Spielern entwickeln, die sich auch durch Körpereinsatz, wie Blocken oder Wegschieben von Personen bemerkbar machen.

### **Vor- und Nachteile verschiedener Kollaborationsstile**

Die verschiedenen Kollaborationsstile werden genutzt, um eine Aufgabe in der Gruppe effektiv lösen zu können. Dabei stellten Hawkey et al. [Haw+05] einige Vor- und Nachteile von unterschiedlichen Kollaborationsstilen fest. In dieser Studie führten die Nutzer eine Planungsaufgabe an einem Metroplan durch. Dabei konnte festgestellt werden, dass der während einer Aufgabe gewählte Kollaborationsstil Auswirkungen auf die Kommunikation und das gemeinsame Verständnis von Aktionen hat.

Paralleles und individuelles Arbeiten an einem Problem kann für einige Aufgaben von Vorteil sein. Beispielsweise, wenn viele Informationen oder Daten durchsucht, analysiert oder ausgewählt werden müssen [BR15]. Dabei eignet sich die Aufteilung in Teilprobleme, um Aufgaben und Probleme effektiver lösen zu können. Allerdings kann hierbei die Kommunikation zwischen den Personen erschwert werden, da individuell an einem Problem gearbeitet wird und der Blick nicht auf andere Probleme fällt. Besonders problematisch ist dies, wenn Teilaufgaben doppelt durchgeführt werden oder Uneinigkeiten auf Grund der fehlenden Kommunikation auftreten [SCI04]. Das Lösen von Aufgaben in enger Zusammenarbeit wird hingegen von Nutzern als vorteilhaft gesehen [LKD19], da ein intensiver Austausch über Hypothesen, Probleme und Lösungen stattfinden kann. Ein Grund dafür ist die erleichterte Kommunikation zwischen den beteiligten Personen, aber auch das einzelne Aktionen für andere Personen nachvollziehbar werden [Haw+05].

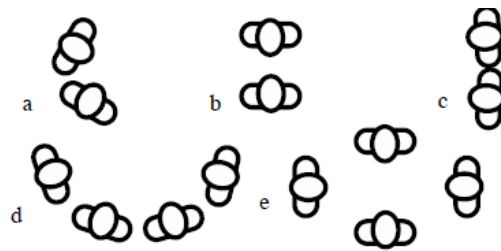
Für das kollaborative Arbeiten ist es daher wichtig, dass ein geeigneter Kollaborationsstil für die Gruppe und die Aufgabe gefunden wird.

### **2.2.3 Positionen von Nutzern bei der Kollaboration**

Bei der Kollaboration an interaktiven Displays können neben Distanzen und Kollaborationsstilen auch unterschiedliche Positionen und Formationen beobachtet werden. Dabei werden die physikalischen Anordnungen von Nutzern bei Konversationen und

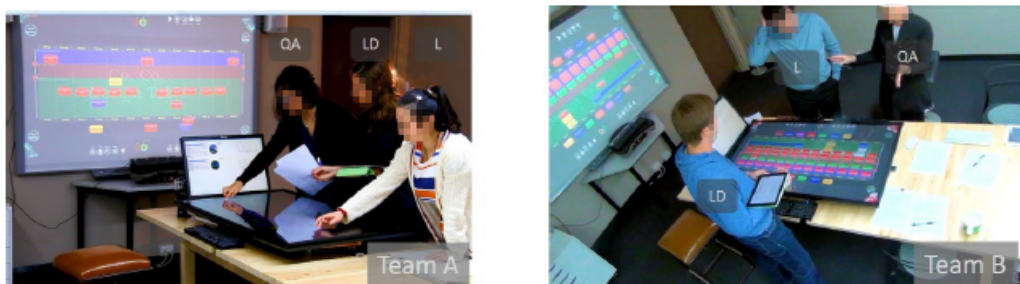


Interaktionen betrachtet. In verschiedenen Studien [Aza+12; MM+16; MHG12] wurden die typischen Formationen von Nutzern vor und um Displays beschrieben, die in Abbildung 2.7 dargestellt sind.



**Abbildung 2.7.:** Positionen und Formationen, die in verschiedenen Studien beobachtet werden konnten [MRP11]: (a) L-Formation (b) Face-to-Face (c) Nebeneinander (d) Halbkreis (e) Rechteckig

Die Formationen unterscheiden sich bei der Kollaboration an verschiedenen Displays. Daher müssen diese an horizontalen und vertikalen Displays getrennt voneinander betrachtet werden. An horizontalen Displays können Nutzer beispielsweise von allen Seiten arbeiten. Durch diese Möglichkeiten ergeben sich daher verschiedene Positionen. In einer Studie von Martinez-Maldonado et al. [MM+16] konnten Formationen beobachtet werden, bei denen Nutzer u.a. an einer Ecke in L-Form miteinander arbeiten, sich an zwei Seiten gegenüberstehen, an einer Seite nebeneinander arbeiten oder auch verteilt um das Display herum. In den Abbildungen 2.8a und 2.8b sind einige dieser Formationen aufgezeigt. Dabei ist durch die Ausrichtung für horizontale Displays charakteristisch, dass die Nutzer direkt am Display stehen müssen, um mit dem System zu interagieren. Aus diesem Grund treten eher selten Formationen auf, die entfernt vom Display stattfinden.



**Abbildung 2.8.:** Positionen und Formationen an horizontalen Displays in Gruppen mit drei Personen [MM+16]

An vertikalen Displays kann hingegen von vorn und vor dem Display gearbeitet werden. In der Studie von Martinez-Maldonado et al. [MM+16] ergaben sich daher Formationen, bei denen die Nutzer nebeneinander oder auch etwas entfernt vom Display standen. In einer Studie von Azad et al. [Aza+12] formierten sich die Teilnehmer in einer Vielzahl von unterschiedlichen Positionen vor einem vertikalen

Display. Dabei konnten Formationen beobachtet werden, bei denen die Nutzer nebeneinander direkt am Display standen, aber auch versetzt hintereinander, wobei nicht alle Nutzer Zugang zum Display hatten. Weiterhin positionierten sich Nutzer in einem Halbkreis um das Display oder auch in L-Form zueinander.

Potvin et al. [Pot+12] stellten allerdings beim Vergleich von Formationen an horizontalen und vertikalen Displays fest, dass die Nutzer sich an vertikalen Displays ebenfalls gegenüber stehen, um beispielsweise zu diskutieren. Blickkontakt ist bei der Kollaboration und bei Gesprächen ein wichtiger Aspekt und wird daher gern bei der zwischenmenschlichen Interaktion genutzt. Weiterhin stellten Azad et al. [Aza+12] heraus, dass die Formationen abhängig von der Anzahl der Personen, vom Display, den Interaktionsmöglichkeiten und der Einnahme von Rollen sind. Daher können verschiedene Formationen und Positionierungen von Nutzern an und um interaktive Displays beobachtet werden.

## 2.2.4 Territorialität auf interaktiven Displayflächen

Neben Distanzen und Zonen kann zwischen Menschen auch das territoriale Verhalten beobachtet werden. Territorien sind die Personalisierung eines Bereiches und Grenzen diesen als Eigentum für andere Personen ab [Nov04]. Bei Menschen zeigt sich territoriales Verhalten beispielsweise durch die Abgrenzung des Grundstückes durch einen Zaun.

Territorien lassen sich grob in persönliche und öffentliche Territorien einteilen. Neben diesen gibt es je nach Situation oft noch andere Bereiche. Persönliche Territorien zeichnen sich dadurch aus, dass Personen sich in diesen Bereichen dauerhaft aufhalten, Besitzansprüche durch Platzierung von Gegenständen anmelden und Tätigkeiten ausüben, die den Bereich der Person zuordnen [Sch15]. Öffentliche Territorien hingegen befinden sich außerhalb der persönlichen Bereiche und können von jeder Person gleichermaßen genutzt werden. Dabei hat keine Person einen besonderen Anspruch auf diesen Bereich.

Durch diese Merkmale helfen Territorien dabei soziale Rollen einzunehmen und bewirken bestimmte Verhaltensweisen in einer Gruppe [Nov04]. Dabei wird für jede Person klar festgelegt, welche Tätigkeiten und welches Verhalten erlaubt sind.

Die Bedeutung von Proxemik und Territorialität zwischen Menschen kann auf die Mensch-Computer-Interaktion übertragen werden.

In verschiedenen Studien [Aza+12; Bra+13; SCI04] wurden Verhaltensmuster auf den Displays beobachtet. Dabei konnten drei Territorien herausgestellt werden: persönlicher, öffentlicher oder Gruppen-Bereich sowie ein Bereich zur Ablage.

Scott et al. [SCI04] beschäftigten sich mit Territorien in kollaborativen Tabletop-Umgebungen. In der durchgeführten Studie sollten die Teilnehmer eine Raumplanung durchführen. Dabei nutzten die Personen den Bereich vor sich als persönlichen

Bereich, in dem individuell gearbeitet wurde. Als charakteristisch für diesen Bereich konnte beobachtet werden, dass sich andere Nutzer von diesem Bereich fernhielten und die Nutzung exklusiv war. Der Platz zwischen den persönlichen Bereichen und die Mitte des gemeinsam genutzten Tisches wurden als öffentlicher Bereich bzw. als Bereich für Gruppeninteraktionen verwendet. Dieser Bereich dient für das Lösen der Hauptaufgabe und Zusammenführung von individuellen Ergebnissen. Neben diesen Bereichen wurden Ablagebereiche genutzt. Diese wurden zum Ablegen von aufgabenbezogenen und nicht-aufgabenbezogenen Gegenständen und Objekten genutzt.

Die Größe und Verteilung dieser Bereiche sind abhängig von der Anzahl der beteiligten Personen. Es wurde außerdem festgestellt, dass es für die Benutzung der verschiedenen Bereiche Normen gibt, die in der Aufgabenstellung nicht festgelegt sind.

Territorien wurden zudem in vertikalen Displayumgebungen untersucht [Aza+12]. In einer kontrollierten Studie, in der die Teilnehmer verschiedene Puzzleaufgaben lösen sollten, konnten Azad et al. feststellen, dass die Territorien in ähnlicher Form, wie bei Tabletop-Displays auftreten. Der persönliche Bereich konnte ebenso als Bereich direkt vor dem Nutzer beobachtet werden [Aza+12; Bra+13]. Weiterhin wurden Aufbewahrungsbereiche genutzt, die neben dem Sammeln von Informationen auch dafür verwendet wurden, um Informationen vor der Übertragung in den persönlichen Bereich umzugestalten. Der öffentliche Bereich für die Gruppenaktivitäten befand sich zwischen den persönlichen Bereichen und wird zur Erfüllung der Aufgaben genutzt [Aza+12; Bra+13].

Preim et al. [PD15] stellten für die drei beobachteten Territorien typische Aufgaben und Aktionen vor. Die privaten Bereiche werden von den Nutzern je nach Aufgabenstellung beispielsweise zum Lesen, Schreiben und Suchen verwendet. Ebenso sind das Sortieren und Anordnen von Objekten typische Handlungen. In den öffentlichen Bereichen wird hingegen von den Gruppen an gemeinsamen Aufgaben gearbeitet. Die Ablagebereiche werden für die Organisation der Objekte und Informationen genutzt, die für die Erledigung der Aufgabe benötigt werden. In den meisten Anwendungsfällen existieren dabei mehrerer solcher Bereiche.

## **Territorialität und Kollaboration**

Territorien können bei der Kollaboration ausgenutzt werden, um verschiedene Arbeitsstrategien zu unterstützen. Bradel et al. [Bra+13] beobachteten dabei beim Sensemaking für unterschiedliche Kollaborationsstile unterschiedliches territoriales Verhalten. Beim Sensemaking treten häufig mehrere Arbeitsstrategien auf, da verschiedene Phasen der Kollaboration durchlaufen werden. In Phasen der engen

Zusammenarbeit konnte beobachtet werden, dass die Personen in gleichen Bereichen arbeiteten, also in einem Gruppenbereich oder ganz ohne Aufteilung in Bereiche. Beim individuellen Arbeiten hingegen wurden vorwiegend getrennte Bereiche genutzt, die den persönlichen Bereichen entsprechen.

Bei dieser Beobachtung fällt auf, dass es grundsätzlich zwei Verhaltensweisen bei der Nutzung eines großen Displays gibt. Zum einen wird der Platz auf dem Display gleichmäßig in die drei beschriebenen Bereiche eingeteilt [JH14; JH16; May+18; Tan+06]. Dabei erlaubt diese Aufteilung, dass die Nutzer in separaten Bereichen arbeiten können [JH16; Tan+06]. Diese Bereiche sind sinnvoll, wenn der Anwendungsfall Phasen der individuellen Arbeit erlaubt und die Größe des Displays eine Einteilung zulässt. Beispielsweise beim Sensemaking [Bra+13; JH14], bei Explorationsaufgaben [Tan+06] und beim kreativen Arbeiten mit verschiedenen Prioritäten der Nutzer [JH16] können Phasen der individuellen und parallel Arbeit auftreten. Ein Vorteil der Aufteilung in private Bereiche ist, dass andere Nutzer nicht in diesen arbeiten und die Hauptaufgabe in einem dafür vorgesehenen Bereich zusammengefügt wird.

Weitere Studien stellten fest, dass Displays auch ohne Einteilung in Bereiche genutzt werden. Dabei werden persönliche Bereiche ignoriert und das gesamte Display gilt als gemeinsamer Arbeitsbereich [JH16]. Dies hilft insbesondere, wenn große Mengen von Daten und Informationen auf dem Display sortiert und kategorisiert werden sollen [Bra+13]. Dadurch kann eine räumliche Anordnung vorgenommen werden, die das Wiederfinden von Informationen vereinfacht. Auch bei der gemeinsamen Exploration von Karten oder Graphen [Tan+06] kann die Ausnutzung des gesamten Displays nützlich sein. Diese Anwendungsfälle zeigen auf, dass eine Nutzung von Display ohne Aufteilung benötigt wird, wenn die Nutzer vorwiegend eng zusammen und kollaborativ an einem Problem arbeiten.

Bei der Entwicklung von Anwendungen in der MCI muss daher überlegt werden, welche Szenarien eine vorgegebene Einteilung in Bereiche benötigen und bei welchen Szenarien die Arbeitsweisen zu unterschiedlich sind, um eine Einteilung vorzunehmen.

### 2.2.5 Bedeutung von Proxemik und Territorialität in der Mensch-Computer-Interaktion

Die Untersuchungen von Proxemik, Territorialität und anderen Verhaltensmustern werden benötigt, um Anwendungsfälle entwickeln zu können, die dieses Verhalten nutzen. Ein Ziel ist, dass Interaktionen vereinfacht, umgestaltet und zu natürlichen Interaktionen werden.

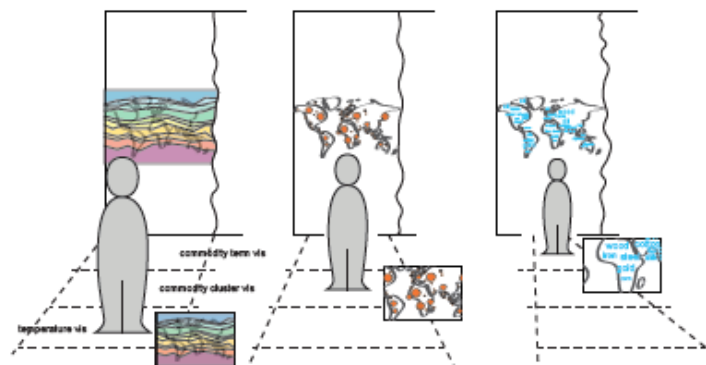
Butscher et al. [BR15] entwickelten Interaktionstechniken, die verschiedene Aspekte der Proxemik nutzen. Dabei verfolgten diese den Ansatz, dass in kollaborativen

Anwendungen Informationen für verschiedene Nutzer dargestellt werden müssen, die unterschiedliche Interessen an den Daten haben. Die verschiedenen Abstufungen der Proxemik wurden hierbei auf Interaktionen abgebildet. Beispielsweise stellten sich Butscher et al. [BR15] vor, dass die Position eines Nutzers verwendet wird, um die Position einer Daten-Linse zu beeinflussen. Die Distanz zwischen zwei Nutzern kann hingegen dazu verwendet werden, verschiedene Informationen anzuzeigen. In Abbildung 2.9 sind diese verschiedenen Ansichten auf Informationen und Interaktionsmöglichkeiten schematisch dargestellt.



**Abbildung 2.9.:** Beeinflussung einer Datenlinse durch die Position und Orientierung der Nutzer [BR15]

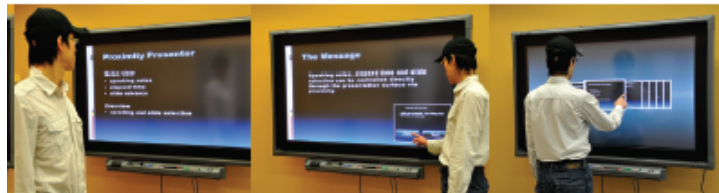
Dostal et al. [Dos+14] entwickelten ebenfalls ein Konzept für das Nutzen von und die Interaktion mit Interfaces, wie Karten und Informationsvisualisierungen, auf Wanddisplays durch Kollaboration und Proxemik. Dabei sollten für Gruppen Interaktionen basierend auf der Aufmerksamkeit und Proxemik ermöglicht werden. Genutzt wurden dafür Orientierung, Bewegung und Distanzen, die auf verschiedenen Interaktionen abgebildet wurden. Distanzen zu einem Display eignen sich dabei für die grundlegende Abbildung von Visualisierungstyp (siehe Abbildung 2.10), Detailgrad oder Zoomlevel.



**Abbildung 2.10.:** Beeinflussung der Visualisierungsart durch die Distanz zum Display [Dos+14]

Greenberg et al. [Gre+11] stellten verschiedene Anwendungsmöglichkeiten von Proxemik beim „Ubiquitous Computing“ vor. Dabei sollen Nutzer die Möglichkeit haben, Computer und deren Anwendungen an jedem Ort und in jedem Kontext verwenden zu können. Dazu eignet sich insbesondere die Eigenschaften von Proxemik, die sich auf die Distanzen zwischen Interaktionspartnern beziehen. Beim „Ubiquitous

Computing“ werden diese Distanzen nicht für interpersonelle Interaktionen genutzt, sondern für Interaktionen mit dem Gerät und Interface. In diesem Bereich werden Distanzen zwischen bestimmten Objekten betrachtet, die sowohl Menschen als auch digitale Geräte, nicht-digitale Geräte und Wohngegenstände sein können. In diesem Zusammenhang wurden verschiedene Anwendungen entwickelt, die Distanz, Orientierung, Bewegung, Identität und Position nutzen. Greenberg et al. entwickelten eine Präsentationsanwendung, bei der die Orientierung und Position eines Nutzers ausgewertet wird, um bestimmte Inhalte anzuzeigen [Gre+11] (siehe Abbildung 2.11).



**Abbildung 2.11.:** System zeigt verschiedene Inhalte bei unterschiedlichen Orientierungen des Nutzers an [Gre+11]



**Abbildung 2.12.:** Media Player zeigt verschiedene Inhalte bei unterschiedlichen Distanzen des Nutzers an [Gre+11]

Als eine weitere Anwendung, die Eigenschaften der Proxemik nutzt, entwickelten Greenberg et al. [BMG10; Gre+11] einen interaktiven Media Player (siehe Abbildung 2.12). Das System reagiert darauf, wenn Nutzer in einen Raum kommen und auf die unterschiedlichen Distanzen, die ein Nutzer einnehmen kann. Mit kleiner Distanz werden mehr Inhalte angezeigt, während mit großer Distanz nur noch ein Inhalt gezeigt wird. Dabei wird auch das Sofa als Gegenstand in die Interaktion einbezogen (Film wird abgespielt). Außerdem erkennt das System, wenn ein Nutzer mit etwas anderem beschäftigt ist und die Aufmerksamkeit nicht auf das System gerichtet ist. Auch durch die Interaktion zwischen mehreren Personen werden Distanzen und Identitäten erkannt und das System reagiert auf diese Situationen [BMG10].

Durch diese Arbeiten ist zu erkennen, dass die Anwendungsmöglichkeiten von Proxemik zur Interaktion mit Systemen bereits in einer Vielzahl von Anwendungen genutzt werden, damit die Verwendung einfacher und natürlicher wird.

## 2.3 Kollaboration in Multi-Display-Umgebungen

Multi-Display-Umgebungen (MDU) entstehen sobald mehr als ein Display zur Interaktion genutzt wird. MDUs bestehen häufig aus interaktiven Großdisplays, die durch weitere persönliche mobile Endgeräte ergänzt werden. Auch Kombinationen aus mehreren vertikalen und horizontalen Großdisplays sind möglich.

MDUs eignen sich als Arbeitsumgebungen für die Kollaboration, da diese verschiedene Interaktionen, Aktivitäten und Strategien ermöglichen. Dabei wurde in verschiedenen Studien beobachtet, wie der entstehende Platz und die Vielfalt an Displays zwischen den Nutzern aufgeteilt wird.

### 2.3.1 Kollaborationsstrategien in Multi-Display-Umgebungen

Chung et al. [Chu+14] nutzten eine MDU mit drei Großdisplays und einem Tablet pro Nutzer, um verschiedene Strategien und die Kollaboration in dieser MDU zu untersuchen. Dabei sollten die Gruppen, bestehend auch drei Personen, Dokumente, Bilder und andere Materialien untersuchen. Einige Gruppen nutzten zur Erledigung der Aufgabe durchgehende individuelle Arbeit. Dabei konnte beobachtet werden, dass jeweils eine Person ein Großdisplay als individuellen Arbeitsplatz verwendete. In dieser Arbeitsweise teilten die Nutzer die vorhandenen Informationen unter sich auf und jeder Nutzer analysierte ein Teilproblem individuell. Während dieser Strategie fanden kaum Diskussionen und andere kollaborative Arbeit statt. Allerdings konnte beobachtet werden, dass Nutzer oft auf die anderen Displays schauten, um die Fortschritte zu vergleichen. Dieser Ansatz wurde unter den untersuchten Gruppen am wenigsten genutzt, da das kollaborative Lösen eines Problems mit dieser Strategie schwierig ist.

Bei einer anderen Strategie, die beobachtet werden konnte, kollaborierten die Nutzer, indem Wissen und Erkenntnisse geteilt wurden. Hierbei teilten die Nutzer die Displays und die Informationen ebenfalls untereinander auf und analysierten die Teilprobleme individuell, fanden sich allerdings immer wieder zusammen, um sich abzusprechen.

Die am häufigsten aufgetretene Strategie, war die enge Kollaboration. Dabei wurden Displays nicht primär von einem Nutzer verwendet, sondern Nutzer wechselten das Display oder mehrere Nutzer nutzten ein Display gemeinsam. Um die Aufgabe

effektiv zu lösen, diskutierten die Nutzer über Datenkategorien und eine sinnvolle Aufteilung der Daten auf die Displays. In vielen Gruppen wurde dabei das Tabletop-Display zur Diskussion und Analyse genutzt.

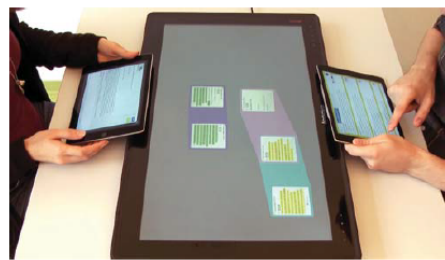
### 2.3.2 Rollen von Displays in Multi-Display-Umgebungen

In MDUs werden verschiedene Arten von Displays miteinander kombiniert, die unterschiedliche Aufgaben und Rollen in diesen Arbeitsumgebungen haben.

Zum einen können in MDUs mehrere Großdisplays genutzt werden, die durch ihre Orientierung unterschiedliche Rollen einnehmen. In einer Studie von Geyer et al. [Gey+11] wurden beispielsweise, wie in Abbildung 2.13a dargestellt, ein vertikales und ein horizontales Display genutzt. Dabei wurde das Tabletop-Display durch die Nutzer zum gemeinsamen Erstellen und Manipulieren von Diagrammen verwendet. Das vertikale Display hingegen unterstützte die Arbeit durch die Möglichkeit der Reflexion der erstellten Lösungen. Dieses wurde vermehrt zum Ende des Prozesses verwendet, um die Diagrammstruktur zu evaluieren und Elemente zu identifizieren. Ähnliche Rollen dieser Displays konnten Schneider et al. [Sch+12] in ihrer Arbeit feststellen. Dabei wurde das Tabletop-Display für aktive Änderungen an Visualisierungen genutzt, die anschließend am vertikalen Display beobachtet und nachvollzogen werden konnten. Die Verwendung dieses Setups führte daher zur Trennung von Aktion und Reflexion bei der Manipulation von Daten und Objekten [Sch+12].



(a)



(b)

**Abbildung 2.13.:** Rollen von verschiedenen Displays: (a) Horizontales Display zum Erstellen und vertikales Display zur Reflexion [Gey+11] (b) Horizontales Display zur Manipulation und Tablets zum individuellen Arbeiten [Zag+16]

Plaue et al. [PS09] untersuchten die Verwendung von zwei vertikalen Displays in verschiedenen Anordnungen. Dabei nahmen die Displays verschiedene Rollen ein. Zum einen wurden die Displays gemeinsam genutzt, um Informationen darzustellen und zu explorieren. Zum anderen verwendeten die Nutzer die Displays, um Aufgaben zu teilen und an verschiedenen Aspekten zu arbeiten. Dabei entstand eine mentale Separierung der Informationen. Weiterhin konnte beobachtet werden, dass teilweise



ein Display zur Organisation von Erkenntnissen, Notizen und Gedanken verwendet wurde.

Arbeitsumgebungen mit Großdisplays werden häufig durch persönliche Geräte, wie Tablets ergänzt (siehe Abbildung 2.13b). Dabei haben diese oft die Aufgabe die individuelle Arbeit sowie das Lesen und Suchen von Informationen zu erleichtern, da dies in Gruppen an Großdisplays umständlich sein kann [Chu+14]. Großdisplays eignen sich durch ihre Größe und den Platz auf dem Display hingegen eher zur Anordnung und Sortierung von ausgewählten Inhalten [Chu+14].

Aus diesen Studien ist erkennbar, dass die Vorteile von verschiedenen Displays in MDUs ausgenutzt werden, um effektiv mit diesen arbeiten zu können.

### 2.3.3 Platzierung von Displays in Multi-Display-Umgebungen

In verschiedenen Studien wurde neben der Kollaboration in MDUs die Anordnung von Großdisplays in diesen Umgebungen untersucht.

Plaue et al. [PS09] untersuchten anhand von Bildschirmprojektionen die Vorteile von zwei vertikalen Displays und welche Auswirkung die Platzierung dieser Displays auf die Nutzung hat. In der durchgeführten Studie stand zusätzlich ein Whiteboard als nicht-digitales Medium bereit. Dieses Whiteboard wurde beim Arbeiten mit nur einem Display als zweite Oberfläche genutzt. Dabei wurde das Whiteboard besonders häufig verwendet, um Themen und Erkenntnisse zu notieren oder um Analysen durchzuführen.

Die Studie beschäftigte sich hauptsächlich mit der Nutzung von zwei Displays, die nebeneinander oder gegenüber voneinander platziert wurden. Dabei konnten verschiedene Vorteile für die Kollaboration und verschiedenen Verwendungsmöglichkeiten beobachtet werden. Die Anordnung der Displays nebeneinander brachte Vorteile für die gemeinsame Diskussion durch das Teilen von Informationen und für die gemeinsame Exploration. Weiterhin konnte für diese Anordnung beobachtet werden, dass diese vorteilhaft für die Beteiligung aller Teilnehmer am Arbeitsprozess war.

Die gegenüberliegenden Displays wurden zur Trennung von Sachverhalten und Inhalten genutzt. Somit konnte sowohl eine räumliche als auch eine gedankliche Trennung erreicht werden. Die Teilnehmer diskutierten in dieser Aufteilung allerdings weniger als gesamte Gruppe. Insgesamt fand die Studie heraus, dass die Nutzung von zwei Displays sich positiv auf die Kollaboration und Kommunikation auswirkte [PS09].

Su et al. [RES05] untersuchten verschiedene Anordnungen von Displays und deren Auswirkungen auf die Nutzer. Dabei variierten Su et al. die Distanz zwischen Displays, die Winkel zwischen Displays und die Symmetrie bei sich gegenüberstehenden

Displays. In dieser Studie sollten die Teilnehmer die einfache Aufgabe lösen, ein Element von einem Display auf das andere Display zu verschieben. Dabei konnte festgestellt werden, dass sich zwei Displays nicht zu weit entfernt voneinander befinden sollten, um eine Aufgabe effektiv lösen zu können. Von Bedeutung ist dabei der Blickwinkel von Nutzern auf die Displays. In Bezug auf den Winkel zwischen den Displays wurde beobachtet, dass ein Winkel von  $45^\circ$  und weniger ein gutes Arbeiten mit zwei Displays ermöglicht. Ein Winkel von  $90^\circ$  wird hingegen als problematischer bewertet. Außerdem fanden Su et al. heraus, dass die Anordnung von Displays direkt gegenüber voneinander, als Belastung für die Nutzer angesehen wird. Besser sind unsymmetrische Anordnungen, in denen sich der Bereich zwischen den Displays nur teilweise oder gar nicht überlappt.

### 2.3.4 Arbeitsumgebungen mit mehreren Displays

Das Interesse der Forschung an MDUs ist in den letzten Jahren gestiegen. Aus diesem Grund wurden viele Anwendungen und Arbeitsumgebungen entwickelt und untersucht.

WeSpace [Wig+09] ist ein System zum kollaborativen Arbeiten für Wissenschaftler der Astrophysik an der Universität in Harvard. Dieses System bietet eine Umgebung mit mehreren Displays und Geräten, um spontane Meetings durchzuführen. Verwendet werden dabei ein Wanddisplay, ein Multitouch Table und Laptops als persönliche Endgeräte. Diese Umgebung ist in Abbildung 2.14 abgebildet und wird genutzt, um in kleinen Gruppen Daten zu explorieren und zu visualisieren. Im Bereich der Astrophysik sind dies beispielsweise Beobachtungen von Teleskopen. Dieses System brachte den Wissenschaftlern Vorteile für die Arbeit in Teams, da dieses die Zusammenarbeit unterstützte. Außerdem konnten durch Diskussionen und den Austausch von Wissen bessere Ergebnisse erzielt werden.



**Abbildung 2.14.:** Die MDU „WeSpace“ mit Wanddisplay, Multitouch Table und Laptops [Wig+09]

Walden [Sch+12] ist ein weiteres System, dass an der Universität in Harvard entwickelt und untersucht wurde. Diese MDU mit einem Tabletop-Display und einem Wanddisplay wird zur visuellen Simulation für die informative wissenschaftliche Bildung verwendet. Die verschiedenen Displays hatten dabei den Vorteil, dass mit großen visuellen Datensätzen interagiert und komplexe Simulationen beobachtet werden konnten.

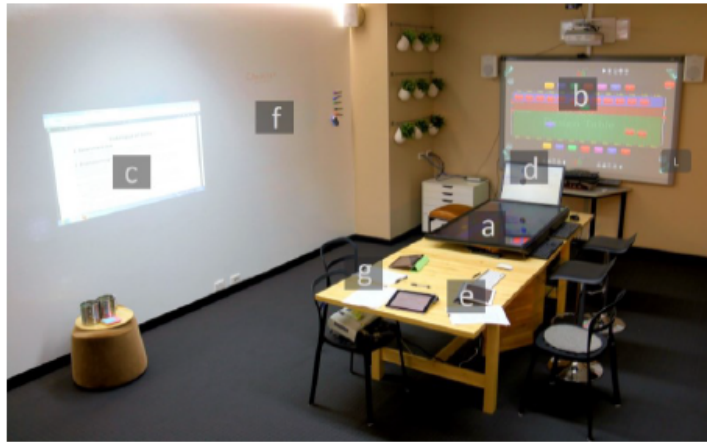
Auch in Bereichen außerhalb der Labore und Konferenzräume können MDUs eingesetzt werden. Nacenta et al. [Nac+12] untersuchten die Nutzung einer MDU während Konversationen und Austausch von privaten Informationen in der Mittagspause eines Unternehmens. Die Nutzer hatten bei spontanen Treffen die Möglichkeit nach Informationen zu suchen und eine gemeinsame Diskussionsgrundlage zu schaffen. Hierbei wurde ein Tabletop-Display sowie ein Wanddisplay genutzt. Dieser Aufbau wird in Abbildung 2.15 gezeigt.



**Abbildung 2.15.:** Aufbau des LunchTables mit horizontalem und vertikalem Display [Nac+12]

Martinez-Maldonado et al. [MM+16] haben eine MDU zur Planung einer Lehrveranstaltung genutzt, um Gruppenaktivitäten in MDUs zu analysieren und zu verstehen. Dabei standen den Nutzern eine Kombination aus großen Displays, persönlichen Endgeräten und nicht-digitalen Materialien zur Verfügung (siehe Abbildung 2.16). In diesem Setup konnten mehrere Verhaltensweisen beobachtet werden, die Rückschlüsse darauf gaben, wie komplex diese Situationen sind. Die Gruppen nutzten die vorhandenen Geräte, Materialien und vor allem auch den Raum zwischen den Geräten in unterschiedlichen Weisen. Zum einen wurden die Großdisplays in verschiedenen Intensitäten genutzt. Zum anderen wurden diese in Kombination mit verschiedenen persönlichen Geräten und nicht-digitalen Materialien verwendet. Martinez-Maldonado et al. wiesen dabei darauf hin, dass kollaboratives Arbeiten in MDUs eine komplexe Situation ist, bei der viele Faktoren betrachtet und analysiert werden müssen, um Verhaltensmuster zu verstehen.

Weiterhin können MDUs zur Exploration und Analyse von räumlichen Daten genutzt



**Abbildung 2.16.:** MDU mit verschiedenen Großdisplays, persönlichen Endgeräten und nicht-digitalen Materialien zur Planung von Lehrveranstaltungen [MM+16]

werden [SHAAM14]. Ein häufiger Anwendungsfall sind Entscheidungsprozesse in Teams, die auf räumlichen Daten basieren und die durch Arbeitsumgebungen mit mehreren Displays unterstützt werden können. Abad et al. [SHAAM14] stellen allerdings heraus, dass diese Setups und Interaktionstechniken immer an spezifische Aufgaben, wie Anwendungen mit Geographic Information Systems (GIS), angepasst werden müssen. Häufig können Anwendungsfälle, die bisher mit Desktop-PCs gelöst wurden, nicht einfach auf MDUs übertragen werden. Dabei müssen zunächst verschiedene Interaktionstechniken betrachtet werden, die das kollaborative Arbeiten in diesen Umgebungen ermöglichen und unterstützen. Zudem werden für MDUs angepasste Aufgaben benötigt, die die Möglichkeiten dieser Umgebungen ausschöpfen. Für die Forschung bieten MDUs die Möglichkeit, verschiedene Konfigurationen, Interaktionen und Sachverhalte zu untersuchen.

## 2.4 Zusammenfassung und Fazit zum aktuellen Forschungsstand

Dieses Kapitel beschäftigte sich mit dem aktuellen Forschungsstand und verwandten Arbeiten.

In diesem Kapitel wurde auf Forschungsarbeiten (u.a. [Hal69], [Nov04]) eingegangen, die sich mit zwischenmenschlichen Verhaltensweisen auseinandersetzen. Mit der Betrachtung der Erkenntnisse aus verschiedenen Untersuchungen stellte sich heraus, dass diese Verhaltensweisen auch für die Mensch-Computer-Interaktion von Interesse sind. Daher ist die Forschung in den Bereichen Proxemik, Territorialität und Kollaboration ein wichtiger Bestandteil von gegenwärtigen Arbeiten (u.a. [Aza+12], [Gre+11], [MRP11]) der MCI. Auch die vorliegende Arbeit soll sich mit diesen Verhaltensweisen, insbesondere an interaktiven Displays, auseinandersetzen.

Ein wichtiger Bestandteil dieses Kapitels war die Betrachtung von Studien (u.a. [Aza+12], [Bac+11], [Tan+06]), die Verhaltensweisen bei der Kollaboration an interaktiven Displays untersuchten. Dabei wurden Erkenntnisse für einzelne Szenarien, wie dem Sensemaking [JH14] und Explorationsaufgaben [Haw+05], vorgestellt. Aus den Forschungsarbeiten gingen für einzelne Szenarien Kategorisierungen von Verhaltensweisen und Einteilungen von Interaktionszonen hervor. Diese sind für weitere Forschungen nützlich, da diese auch übergreifend verwendet werden können. Allerdings fehlt ein Gesamtblick für die Verhaltensweisen, die bei der Kollaboration an interaktiven Displays auftreten können. Daher ergänzt die vorliegende Arbeit die Forschungsarbeiten dahingehend, dass eine Klassifizierung von Verhaltensweisen vorgenommen wird.

Weiterhin wurden in diesem Kapitel Anwendungsmöglichkeiten für interaktive Displays und deren Vorteile vorgestellt (u.a. [BR15], [DKQ13], [Gre+11]). Dabei untersuchen eine Vielzahl von Forschungsarbeiten die Verwendung von horizontalen [Tan+06] und vertikalen Displays [Aza+12]. Durch die vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten dieser Displays, haben diese Potential für zukünftige Forschungsarbeiten. Beispielsweise ist die Kombination von Großdisplays zu Multi-Display-Umgebungen ein erweiterter Anwendungsbereich für interaktive Displays. In diesen Umgebungen fehlen u.a. gegenwärtig Kenntnisse zum Verhalten von Nutzern beim kollaborativen Arbeiten. In verschiedenen Studien (u.a. [Gey+11], [PS09], [RES05]) wurden erste Ansätze zur Displaynutzung, Rollen von Displays und Kollaboration vorgestellt. Darüber hinaus ergaben die Studien allerdings, dass diese Szenarien durch die Komplexität schwer zu erforschen sind.

Die vorliegende Arbeit setzt daher bei der Untersuchung des Nutzerverhaltens bei der Kollaboration an zwei vertikalen Großdisplays an. Dieses Setup ist von Interesse, da in wenigen Studien zwei vertikale Großdisplays miteinander kombiniert werden und daher kaum Kenntnisse zur Displaynutzung, zu Rollen der Displays und Kollaborationsstrategien vorhanden sind. Dazu soll eine Beobachtungsstudie mit verschiedenen Aufgabenstellungen durchgeführt werden. Diese soll zum einen Erkenntnisse zu Verhaltensmustern untersuchen und zum anderen Anforderungen an MDUs, Anwendungen und Interaktionstechniken zusammentragen. Diese sind insbesondere für die Entwicklung und Bereitstellung von MDUs von Interesse, die bei Konferenzen und in Strategieszenarien genutzt werden können.



# Klassifikation von Verhaltensmustern bei der Kollaboration

Die folgende Klassifikation soll Verhaltensmuster bei der Kollaboration voneinander abgrenzen und in eine Ordnung bringen. Dabei basiert diese Klassifikation auf den in Kapitel 2 untersuchten Arbeiten und bereits erstellten Klassifikationen. Die Erkenntnisse aus den einzelnen Studien sollen anhand der beobachteten Merkmale zu einem Gesamtüberblick zusammengefügt werden. Die Klassifikation soll es ermöglichen, beobachtetes Verhalten für verschiedene Displays und Setups einordnen zu können. Für diese Klassifikation sind besonders Distanzen, Positionen von Nutzern, Kollaborationsstile und Territorien auf Displays relevant. Die Abbildungen in diesem Kapitel sind von den Abbildungen aus der Arbeit von Azad et al. [Aza+12] inspiriert.

## 3.1 Proxemik für Nutzer und Displays

Zunächst sollen Verhaltensweisen in Bezug auf die Proxemik klassifiziert und dabei drei Aspekte betrachtet werden: Distanzen zwischen Personen, Distanzen zum Display und die Positionierung von Personen. In Tabelle 3.1 und Tabelle 3.2 sind diese dargestellt, in Beziehung zueinander gesetzt und sollen im Folgenden erläutert werden.

**Geringe Distanzen und enge Zusammenarbeit** Bei der Kollaboration treten Arbeitsweisen auf, die sich durch geringe Distanzen zwischen Personen auszeichnen. Diese Distanzen wurden bereits von Hall [Hal69] als intime und persönliche Zonen beschrieben. In dieser Arbeitsweise können die Nutzer gut miteinander kommunizieren und gemeinsam am Problem arbeiten. Dabei kann zwischen den charakteristischen Verhaltensweisen in der intimen und persönlichen Zone unterschieden werden. In der intimen Distanz arbeiten häufig nur Personen, die sich vertraut sind und kennen [Hal69]. Dabei kann gut miteinander gearbeitet und bei konkreten Problemen geholfen werden. In die persönliche Distanz hingegen fällt die Kommunikation mit anderen Personen, die sich in der näheren Distanz aufhalten [Hal69].

	Distanzen zwischen Personen	Maße nach Hall [Hal69]	Charakteristisches Verhalten zwischen Personen	Formation
Enge Zusammenarbeit	Intime Distanz	0 - 45 cm	Helfen bei Problemen	
			Kommunikation mit vertrauten Personen	
	Persönliche Distanz	45 - 120 cm		Seite an Seite
				Versetzt
			Kommunikation mit anderen Personen	L-Formation
Lockere Zusammenarbeit	Soziale Distanz	120 - 360 cm	Arbeiten an gleichen Problemen	
				Face to Face
			Diskussion mit anderen Personen	Semi-Kreisförmig
	Öffentliche Distanz	ab 360 cm	Beobachtung anderer Personen	
			Individuelle Arbeit	
			Diskussion in der Gruppe	Abgewandt voneinander
			Keine Beteiligung an Aufgabe	
			Individuelle Arbeit	

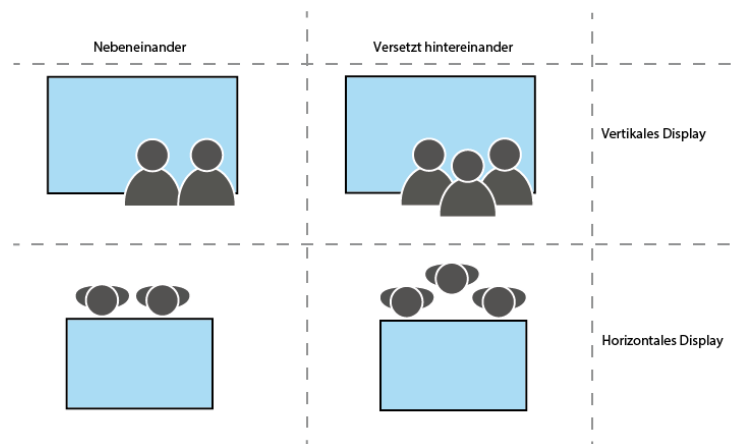
**Tabelle 3.1.:** Klassifikation von Proxemik zwischen Personen bei der kollaborativen Arbeit an interaktiven Displays

	Distanzen zum Display	Maße nach Jakobsen [JH16]	Maße nach Ju [JLK08]	Charakteristisches Verhalten auf dem Display
Enge Zusammenarbeit	Sehr nah am Display, „Touching“-Distanz	<46 cm	<45 cm	Lesen am Display
				Interaktionen am Display
				Arbeiten im gleichen Bereich
Lockere Zusammenarbeit	Nah am Display, in Armreichweite	46 - 76 cm	46 - 61 cm	Zeigen auf Display
				Lesen am Display
				Arbeiten in unterschiedlichen Bereichen
			61 - 100 cm	
				Arbeiten in unterschiedlichen Bereichen
				Überblick erhalten
			Außerhalb der Reichweite	>76 cm

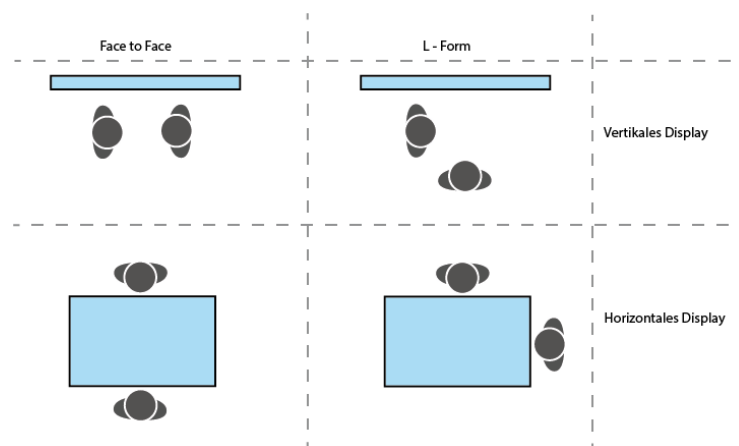
**Tabelle 3.2.:** Klassifikation von Proxemik zwischen Personen und Displays bei der kollaborativen Arbeit an interaktiven Displays



Typisch für die geringen Distanzen ist, dass die Personen nebeneinander oder versetzt hintereinander arbeiten [Aza+12]. Dies bedeutet, dass die Nutzer nur wenig Platz zwischen einander haben und somit miteinander arbeiten sowie gut kommunizieren können. Die Einnahme dieser Formationen kann sowohl an vertikalen, als auch an horizontalen Displays vorgenommen werden, da das Display gut erreichbar ist. Abbildung 3.1 zeigt die möglichen Positionen an vertikalen und horizontalen schematisch auf. Es ist zu erkennen, dass die Nutzer dabei sehr nah oder im nahen Bereich des Displays stehen und arbeiten [JH14]. Diese Bereiche sind vor allem für das Lesen am Display, die direkte Ausführung von Interaktionen, das Zeigen auf das Display und das Arbeiten in gleichen Bereichen des Displays von Vorteil [Bra+13]. Nur in seltenen Fällen kommt es dazu, dass die Nutzer in diesen Bereichen getrennt voneinander arbeiten [JH14].



**Abbildung 3.1.:** Positionen bei der enger Zusammenarbeit an vertikalen und horizontalen Displays

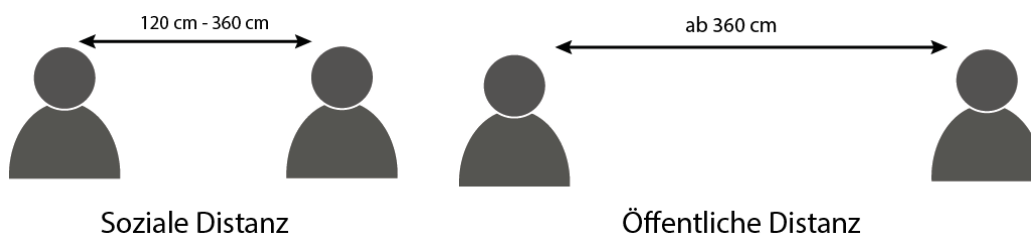


**Abbildung 3.2.:** Weitere Formationen beim Arbeiten an vertikalen und horizontalen Displays

Abbildung 3.2 zeigt weitere Formationen auf, die sowohl an vertikalen als auch an horizontalen Displays eingenommen werden können, aber typisch für das Arbeiten an horizontalen Displays sind. Es ist zu erkennen, dass bei diesen Formationen eher das horizontale Display zur Interaktion einbezogen wird, als das vertikale Display.

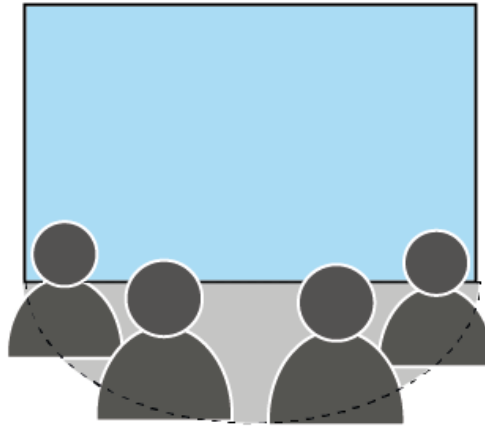
Dabei gibt es zum einen die Formation, bei der sich zwei Personen gegenüberstehen und zum anderen, in der sich die Personen in einer L-Formation befinden [MM+16]. An horizontalen Displays werden diese Formationen typischer Weise zum gemeinsamen Arbeiten genutzt [MM+16]. An vertikalen Displays kann in diesen Positionen eher etwas entfernt vom Display über Probleme und Lösungen kommuniziert oder diskutiert werden und dabei das Display mit einbezogen werden [Aza+12].

**Große Distanzen und lockere Zusammenarbeit** Bei der Kollaboration in lockerer Zusammenarbeit werden häufig große Distanzen zwischen Personen eingenommen. Große Distanzen sind dabei nach Hall [Hal69] die soziale und öffentliche Distanzen, die vorwiegend zum individuellen Arbeiten eingenommen werden. Dabei kann zwischen dem charakteristischen Verhalten in der sozialen und öffentlichen Zone unterschieden werden. In der sozialen Distanz beobachten Nutzer andere Nutzer trotz individueller Arbeit, um den Fortschritt zu betrachten oder Ergebnisse zu vergleichen [JH14]. Nutzer stehen eher selten in der öffentlichen Distanz zueinander, da kleine Räume oder das Setup nicht den nötigen Platz hergeben. In dieser Distanz halten sich Personen auf, die sich nicht an der Arbeit beteiligen [Bac+11]. Insgesamt können die großen Distanzen eingenommen werden, wenn in großen Gruppen diskutiert werden soll. Besonders von Vorteil ist dabei, dass eine Übersicht über das Display gewonnen werden kann [Haw+05]. Abbildung 3.3 zeigt die beiden Distanzen mit den entsprechend definierten Maßangaben nach Hall.



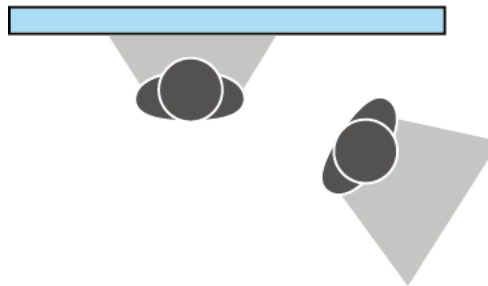
**Abbildung 3.3.:** Große Distanzen zwischen Nutzern in der sozialen und öffentlichen Distanz

Durch die Ausrichtung der horizontalen Displays eignen sich große Distanzen nicht zum Arbeiten an diesen. Daher werden diese Distanzen eher an vertikalen Displays eingenommen. Dabei ist eine Anordnung in einem Halbkreis denkbar, wie in Abbildung 3.4 schematisch abgebildet. In Bezug auf die Distanzen zum Display bewegen sich die Nutzer außerhalb der Reichweite [JH14]. Diese Distanz zum Display bedeutet, dass keine direkten Interaktionen mit dem Display durchgeführt werden können, aber ein Überblick über das Display gewonnen werden kann. Auch beim Wechsel eines Nutzers zu einem anderen Bereich des Displays, wenn beispielsweise sehr viele Nutzer am Display arbeiten, kann diese große Distanz eingenommen werden [JH16].



**Abbildung 3.4.:** Positionierung und Formation von Nutzern in einem Halbkreis vor dem Display

Außerdem ist eine typische Formation für das individuelle Arbeiten, wenn Personen abgewandt voneinander stehen (siehe Abbildung 3.5). Diese wird eingenommen, weil sich auf die individuelle Aufgabe konzentriert wird und keine Kommunikation nötig ist. Zusätzlich ergeben sich dabei unterschiedliche Arbeitsbereiche für die Nutzer, in denen Teilaufgaben parallel oder Aufgaben individuell bearbeitet werden.



**Abbildung 3.5.:** Positionierung abgewandt voneinander mit unterschiedlicher Blickrichtung

Die vorgenommene Klassifizierung der typischen Verhaltensweisen kann nicht immer klar voneinander abgetrennt werden und kann sich vermischen.

Beispielsweise können Personen auch in der sozialen oder öffentlichen Distanz nebeneinander arbeiten. Dabei ergibt sich durch die Distanz, dass die Personen in dieser Formation individuell arbeiten. Zudem können Nutzer abgewandt voneinander stehen und sich trotzdem in einer geringen Distanz zueinander aufhalten, obwohl individuell gearbeitet wird.

Außerdem kann von den Distanzen zwischen Personen nicht immer auf die Distanzen zum Display geschlossen werden. Demnach kann auch in lockerer Zusammenarbeit jeweils sehr nah oder nah am Display gearbeitet werden.

Zudem unterscheiden sich die Distanzen der Nutzer zu den Displays in Abhängigkeit der Displaygröße. Aus diesem Grund werden in der Klassifikation Richtwerte von

zwei Studien angegeben ([JH14], [JLK08]), die aber für jedes Setup unterschiedlich sind.

## 3.2 Kollaborationsstile

Wie bereits in Abschnitt 2.2.2 beschrieben, gibt es verschiedene Arten und Strategien der Kollaboration, die in Tabelle 3.3 dargestellt sind. Kollaboration ist Teil der Arbeit in Gruppen, die zur Problemlösung verschiedene Phasen der Kollaboration durchlaufen können. Auf verschiedene Kollaborationsstile wurde bereits in Abschnitt 3.1 eingegangen. Diese werden in diesem Abschnitt ausführlicher beschrieben.

**Enge und lockere Kollaboration** Ein Kollaborationsstil ist die enge Kollaboration, die zur gemeinsamen Arbeit im Team genutzt wird. Dabei arbeiten die Personen eines Teams an den gleichen Problemen oder Aufgaben, um zu einer gemeinsamen Lösung zu kommen [Tan+06]. Im Fokus steht dabei besonders das gemeinsame und enge Arbeiten zwischen Personen. In Bezug auf die Nutzung von Displays kann dabei auch eine Aufgabenteilung stattfinden, indem es Nutzer gibt, die aktiv am Display manipulieren und Nutzer, die durch Beobachtung und Einwerfen von Ideen bei der Arbeit unterstützen [Bac+11]. Wie in diesem Szenario zeichnet sich die enge Kollaboration besonders durch eine ausgeprägte Kommunikation zwischen den Teammitgliedern aus [Tan+06]. Dies ist notwendig um die Arbeit miteinander erfolgreich abzustimmen.

Der engen Kollaboration steht die lockere Kollaboration gegenüber, bei der häufig Teilgruppen für bestimmte Teilprobleme gebildet werden und bei der vorwiegend individuell gearbeitet wird [Tan+06]. Das Team teilt sich dabei in verschiedene kleinere Gruppen auf, um das Problem effektiver zu lösen. Dabei ist charakteristisch, dass zwischen diesen Gruppen oder einzelnen Nutzern kaum Kommunikation stattfindet [Tan+06].

Die Charakteristiken der engen und lockeren Kollaboration werden in Abbildung 3.6 schematisch dargestellt.

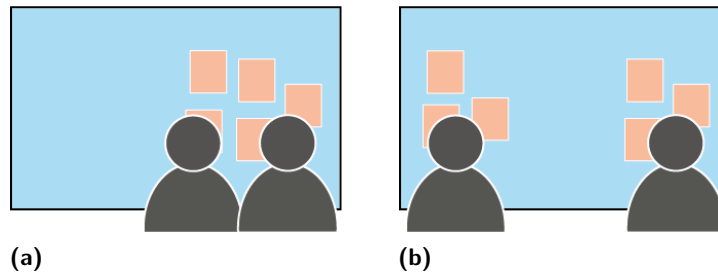
**Weitere Kollaborationsstrategien** Die enge und lockere Kollaboration sind Arbeitsstile, die in verschiedenen anderen Strategien miteinander verknüpft werden. Diese sind kooperative Arbeitsweisen, da Aufgaben aufgeteilt werden und es Phasen der individuellen Arbeit gibt. Einer dieser Kollaborationsstile zeichnet sich dadurch aus, dass zu Beginn der Arbeit eine Phase der parallelen Arbeit stattfinden, um die Lösung der Aufgabe vorzubereiten [Bac+11]. Wie für die lockere Kollaboration typisch, findet in dieser Phase wenig Kommunikation statt. Erst zum Ende der Arbeit

Kollaborationsstil	Strategien	Art der Kollaboration	Charakteristisches Verhalten
Enge Kollaboration	Teamarbeit	kollaborativ	Arbeiten an gleichen Aufgaben und Problemen
			Arbeiten im Team
			Ausgeprägte Kommunikation
			Aufgabenteilung in aktive Nutzer und unterstützende Nutzer
Lockere Kollaboration	Individuelle Arbeit	individuell	Arbeiten am gleichen Problem, aber in verschiedenen Displaybereichen
			Arbeiten an Teilaufgaben
			Unabhängiges Arbeiten an verschiedenen Problemen
			Phasen mit wenig Kommunikation
Keine Kollaboration	Keine Zusammenarbeit		Passives Beteiligen an der Aufgabe durch Beobachtung
			Keine Beteiligung am Lösen der Aufgabe
			Abseitsstehen von der Gruppe
			Keine Kommunikation
Gemischte Kollaboration	Vorbereitung der Lösung	kooperativ	Paralleles Arbeiten zu Beginn der Aufgabe
			Zunächst kaum Kommunikation
			Finden von Lösungen für die Aufgabe
			Zum Ende der Aufgabe enge Zusammenarbeit
			Diskussion über Ergebnis
	Wechselnde Zusammenarbeit		Wiederkehrende Änderung von Phasen der Zusammenarbeit
			Phasen der engen Zusammenarbeit zum Vergleichen
			Paralleles Arbeiten für Teilaufgaben
	Konkurrierende Zusammenarbeit	konkurrierend	Gegensätzliche Prioritäten und Ansichten
			Diskussionen
			Durchsetzen von Ideen
			Zurücknehmen von eigenen Ansichten
			Phasen der Zusammenarbeit zur Problemlösung

**Tabelle 3.3.:** Klassifikation von Kollaborationsstilen bei der Arbeit an interaktiven Displays

arbeiten die Personen in enger Kollaboration an der Lösung und fügen die Teilergebnisse zusammen. Dabei findet zudem eine ausgeprägtere Kommunikation und Diskussionen über das Ergebnis statt.

Eine weiterer Stil beschreibt das Wechseln der Phasen von enger und lockerer Zusammenarbeit [Bac+11]. Dabei werden Phasen der individuellen Arbeit genutzt, um Teilaufgaben parallel zu bearbeiten. Daher sind auch die Phasen der engen Kollaboration von Bedeutung, in denen die Ergebnisse verglichen und schließlich zu einem Ergebnis zusammengefügt werden.



**Abbildung 3.6.:** Grundlegende Kollaborationsstile: (a) Enge Zusammenarbeit zwischen Nutzern (b) Lockere Zusammenarbeit zwischen Nutzern

Ein weiterer Kollaborationsstil ist die konkurrierende Arbeit in Teams [JH16]. Dieser schließt Kollaboration oder Kooperation nicht aus, weil trotzdem gemeinsam gearbeitet wird, um ein Ziel zu erreichen. Charakteristisch für diesen Stil sind gegensätzliche Prioritäten und Ansichten zwischen den Mitgliedern eines Teams, die zu Diskussionen und Kompromissen führen. Dabei kommt es vor, dass bestimmte Ideen durchgesetzt und andere zurückgestellt werden müssen [Tan16]. Bei dieser Art der Kollaboration steht besonders die Kommunikation im Vordergrund.

**Keine Kollaboration** Weiterhin soll in dieser Auflistung auch das Verhalten beschrieben werden, wenn keine Kollaboration stattfindet. Dabei gibt es Gruppen oder einzelne Personen, die kollaborativ arbeiten und Personen, die sich nicht an der Kollaboration beteiligen [Bac+11]. Typisches Verhaltensweisen sind abseits stehende Personen, die das Vorgehen nur passiv beobachten [Bac+11]. Dazu zählt auch, dass keine Kommunikation mit den anderen Personen stattfindet. Bei dieser Betrachtung muss zwischen Personen unterschieden werden, die grundsätzlich zum Team gehören oder externe Personen sind. Bei Personen, die zum Team gehören, kann dieses Verhalten in bestimmten Phasen der Zusammenarbeit auftreten. Beispielsweise, wenn bestimmte Aufgabenbereiche schon abgeschlossen sind oder keine ausreichende Kommunikation über die Arbeitsteilung stattfindet. Externe Personen beteiligen sich nicht an der Arbeit, weil diese nicht zum Team gehören, die Zielstellung nicht kennen oder nur Passanten sind, die das Szenario beobachten.

### 3.3 Territorien auf Displays

Die Klassifikation von Territorialität auf Displays steht in starker Verbindung mit den beschriebenen Kollaborationsstilen, da für unterschiedliche Arbeitsstrategien unterschiedliche Displaynutzungen auftreten.

Bei dieser Klassifikation von Territorialität steht insbesondere das Verhalten auf den Displays im Fokus. Territorialität tritt dabei durch die Nutzung und Definition

von bestimmten Bereichen bei der Arbeit an Displays auf, die durch ihre Größe den Raum für die Aufteilung bieten. Hierbei treten zwei Arten der Nutzung auf: Einteilung in separate Bereiche und die Nutzung ohne Bereiche. Beide Arten können zum kollaborativen Arbeiten an Displays genutzt werden. In Tabelle 3.4 werden diese Arten der Displaynutzung kurz gegenüber gestellt.

Displaynutzung	Displaybereiche	Anordnung	Charakteristisches Verhalten
Separate Bereiche	Persönlicher Bereich	Direkt vor einem Nutzer	Individuelles Arbeiten
		Pro Nutzer ein persönlicher Bereich	Bearbeiten von Teilaufgaben
			Lesen am Display
			Keine Interaktionen von anderen Personen in diesem Bereich
	Öffentlicher Bereich	In der Displaymitte	Lösen der Hauptaufgabe
		Zwischen persönlichen Bereichen	Gemeinsames Arbeiten
			Platzieren und Anordnen von Lösungen
			Diskussion und Kommunikation
	Bereich zur Aufbewahrung	Neben anderen Bereichen angeordnet	Zwischenablage für Objekte oder Informationen
		Mehrfach vorhanden	Zwischenablage zum Weiterverarbeiten
			Aussortieren für spätere Bearbeitung
			Gemeinsames Nutzen dieser Bereiche
Keine separaten Bereiche	Gesamtes Display	Über gesamtes Display hinweg	Ignorieren von persönlichen Bereiche
			Große Datenmengen sortieren und anordnen
			Kollaboratives Arbeiten

**Tabelle 3.4.:** Klassifikation von Territorien beim kollaborativen Arbeiten an interaktiven Displays

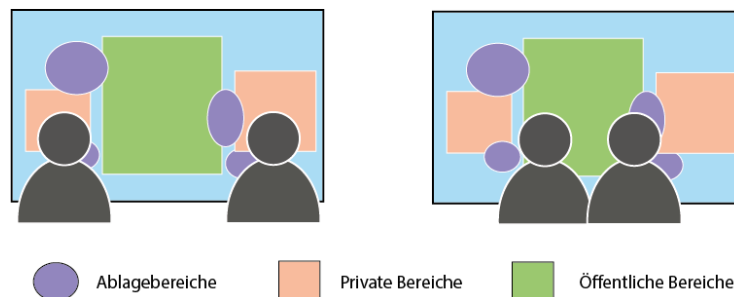
**Separate Arbeitsbereiche** Bei der Einteilung in separate Bereiche unterstützt die Separation in mehrere Bereiche sowohl individuelles Arbeiten, als auch enge Zusammenarbeit. Dabei gibt es verschiedene Funktionen für die Bereiche. Jeder Nutzer hat einen persönlichen Bereich, in dem Nutzer individuell und an Teilaufgaben arbeiten können [SCI04]. Diese persönlichen Bereiche sorgen auch dafür, dass andere Nutzer nicht in diesem Bereich arbeiten, sodass ein Territorium für persönliche und eigene Arbeitsvorgänge besteht [SCI04]. Diese Territorien treten beispielsweise auch an einem Schreibtisch auf, an dem jede Person separat arbeitet.

Weiterhin gibt es einen öffentlichen Bereich für die gesamte Gruppe, der sich in der Mitte des Displays befinden kann [SCI04]. In diesem Bereich werden die erarbeiteten Teillösungen organisiert und angeordnet. Dies bedeutet, dass in diesem Bereich hauptsächlich das Ergebnis der Hauptaufgabe zusammengefügt wird. Im Gegensatz zu den persönlichen Bereichen wird in diesem Bereich gemeinsam gearbeitet und es

finden Diskussionen statt. Dies ist wiederum ein Territorium, in dem das gemeinsame Arbeiten akzeptiert wird und nicht als Eintreten in den persönlichen Bereich gesehen wird. Daher ist dieser Bereich von Vorteil für das Arbeiten in der Gruppe.

Neben diesen Bereichen befinden sich typischerweise Ablagebereiche, in denen Materialien für die Weiterbearbeitung deponiert werden [SCI04]. Diese Bereiche werden von allen Nutzern gleichermaßen genutzt. Eine weitere Verwendung für diese Bereiche, ist das Aussortieren von Materialien, die später bearbeitet werden und gegebenenfalls wertvollen Platz im persönlichen Bereich wegnehmen. Dieser Bereich ist für territoriales Verhaltens besonders nützlich, um Materialien auszutauschen, ohne in persönliche Bereiche einzudringen.

Die Nutzung eines Displays, das in Bereiche eingeteilt wird, kann für gemischte Kollaborationsstrategien genutzt werden. Durch Verschieben von Materialien und das einfache Wechseln zwischen dem Gruppenbereich und den persönlichen Bereichen, können sich Phasen der engen und lockeren Kollaboration abwechseln. Dieses Verhalten und die Nutzung von Territorien auf vertikalen Displays sind in Abbildung 3.7 abgebildet.



**Abbildung 3.7.:** Nutzung von separaten Bereichen für getrennte und gemeinsame Arbeit

**Keine separaten Arbeitsbereiche** Wird das Display nicht in Bereiche eingeteilt, impliziert dies kollaboratives Arbeiten, da gemeinsam an der Problemlösung gearbeitet werden kann. Dabei entstehen keine Territorien auf dem Display, die bestimmte Arbeitsbereiche voneinander abtrennen [JH16]. Der Displayraum wird gleichmäßig zwischen den Nutzern zum Arbeiten geteilt und jeder Nutzer hat Zugriff auf das gesamte Display. Diese Art der Displaynutzung schließt individuelles Arbeiten nicht aus, da trotzdem an verschiedenen Problemen gearbeitet werden kann. Allerdings gibt es keine abgetrennten Arbeitsbereiche, sodass auch andere Nutzer in diesem Bereich arbeiten können.

Durch die gleichmäßige Nutzung des Displays wird die gesamte Fläche zum Arbeiten ausgenutzt. Das kann besonders hilfreich zum Anordnen und Sortieren von großen Datenmengen sein [Tan+06]. Dabei kann die ganze Fläche durch die Nutzer als Arbeitsbereich gesehen werden, ohne persönliche Bereiche beachten zu müssen. Besonders für die enge Kollaboration ist diese Art der Displaynutzung interessant,



da es einen gemeinsamen Arbeitsbereich gibt.

Je nach Kollaborationsstrategie und Vorlieben beim Arbeiten in Gruppen werden diese Arten der Displaynutzung intuitiv gewählt. Technologien können allerdings die Trennung in Bereiche fördern, um bestimmte Arbeitsweisen hervorzurufen. Beispielsweise kann dies durch die Festlegung von öffentlichen und persönlichen Arbeitsbereichen geschehen.

### 3.4 Fazit und Verwendung der Klassifikation

Die erstellten Klassifikationen in den Bereichen Proxemik, Kollaboration und Territorien sollen die Verhaltensweisen an vertikalen und horizontalen Displays einteilen. Dabei wurde auf die in Kapitel 2 beschriebenen Erkenntnisse aus verschiedenen Studien und Untersuchungen eingegangen.

Die Klassifikation im Bereich der Proxemik ist dabei von den Anwendungsfällen abhängig. Die Verhaltensweisen können sich in verschiedenen Anwendungsfällen und Setups unterscheiden, daher können sich einige Verhaltensweisen überlappen. Dies bezieht sich insbesondere auf die unterschiedlichen Distanzen, die stark vom Setup, wie zum Beispiel der Displaygröße, abhängig sind. Zudem kann keine klare Abgrenzung der unterschiedlichen Arbeitsweisen geschaffen werden. Aus diesem Grund lässt sich keine allgemeingültige Klassifikation für alle Anwendungsfälle erstellen. Die Klassifikation der Proxemik kann daher als Überblick der Klassifikationen in der Literatur gesehen werden.

Die weiteren Klassifikationen in Bezug auf die Kollaboration und Territorien lassen sich auch auf andere Anwendungsfälle übertragen. Dabei lassen sich die verschiedenen Verhaltens- und Arbeitsweisen in unterschiedlichen Szenarien wiederfinden. Zudem ließen sich in diesen Bereichen klare Grenzen zwischen den Arbeitsweisen feststellen. Daher können Verhaltensmuster mithilfe der Klassifikationen eingeordnet werden.

Die erstellten Klassifikationen sollen in dieser Arbeit einen Gesamtblick auf die Verhaltensweisen bei der Kollaboration an interaktiven Displays bringen. Für die geplante Beobachtungsstudie sollen diese zudem als Basis und Überblick für die Auswertung der Verhaltensweise dienen. Dabei konnte durch die Klassifikation herausgestellt werden, welche Aspekte bei der Kollaboration an interaktiven Displays von Bedeutung sind. Diese Aspekte sind daher auch Bestandteile der Untersuchung der Verhaltensweisen beim kollaborativen Arbeiten an zwei Großdisplays, sodass die Ergebnisse eingeordnet werden können.



# Beobachtungsstudie

In diesem Kapitel wird die Beobachtungsstudie und deren Ergebnisse beschrieben. Diese Studie ist ein essenzieller Bestandteil dieser Arbeit, da das Verhalten an zwei vertikalen Displays untersucht werden soll und die Ergebnisse auf die erstellte Klassifikation übertragen werden sollen. Die Beobachtungsstudie wird durchgeführt, da kaum Kenntnisse zum Nutzerverhalten an zwei vertikalen Großdisplays vorhanden sind, obwohl diese ein Potential für viele Anwendungsbereiche bieten. Um das Nutzerverhalten erfassen zu können, wird daher eine qualitative Studie durchgeführt.

## 4.1 Ziele der Studie

Wie bereits in Abschnitt 2.4 beschrieben, fehlen in der gegenwärtigen Forschung Kenntnisse zu Nutzerverhalten beim kollaborativen Arbeiten an zwei vertikalen Großdisplays. Daher setzt dort die geplante Beobachtungsstudie an, um Vor- und Nachteile diese Setups zu identifizieren sowie Verhaltensweisen und die Displaynutzung zu untersuchen.

Dabei hat diese Studie das Ziel, das Verhalten von Nutzern bei der kollaborativen Arbeit an einer Displaywand und einem Microsoft Surface Hub zu identifizieren und analysieren. Außerdem sollen Kenntnisse und Anforderungen an verschiedene Anwendungen und an MDUs mit zwei vertikalen Großdisplays gewonnen werden. Zudem sollen Unterschiede in den Arbeitsweisen von verschiedenen Gruppengrößen identifiziert werden.

Dazu wird eine Erhebungsstudie genutzt, um diese Erkenntnisse zu sammeln. Erhebungsstudien werden als Vorstudien vor dem eigentlichen Designprozess genutzt, um von möglichen Nutzern Ideen, Kenntnisse, Verhaltensweisen und Wissen zu erheben.

## 4.2 Szenarien und Aufgabenstellungen

Im nächsten Abschnitt werden verschiedene Aufgabentypen beschrieben, die in Studien zur Beobachtung von Nutzerverhalten bei der Kollaboration verwendet werden. Zudem werden die ausgearbeiteten Aufgabenstellungen für die Studie vorgestellt.

## 4.2.1 Aufgabentypen

Für die Durchführung der Studie werden verschiedene Aufgabentypen genutzt. Im Kapitel 2 wurden bereits Forschungsarbeiten beschrieben, die u.a. Sensemaking-Aufgaben [AEN10], Puzzleaufgaben [Aza+12], Sortieraufgaben [Bac+11] oder Analyseaufgaben [LKD19] verwendeten. In der geplanten Beobachtungsstudie werden eine Planungs- und eine Präsentationsaufgabe eingesetzt, um verschiedene Arbeitsszenarien abzubilden und zu untersuchen.

Planungsaufgaben sind typische Aufgabenstellungen, die bei der Untersuchung von Nutzerverhalten an interaktiven Displays genutzt werden. Diese Aufgaben lassen sich in Teams durchführen und sind Aufgaben, die in verschiedenen Bereichen vorkommen. In Unternehmen werden Planungen beispielsweise in Besprechungsszenarien durchgeführt und im privaten Bereich Urlaubsplanungen besprochen. Planungsaufgaben eignen sich für die Untersuchung des Nutzerverhaltens in Multi-Display-Umgebungen, da diese bekannte Aufgaben sind und aus komplexen Unteraufgaben bestehen. Dabei muss diskutiert und recherchiert sowie Kompromisse getroffen werden.

Präsentationsaufgaben eignen sich ebenfalls, um Nutzerverhalten an verschiedenen Displays zu untersuchen. In Unternehmen, bei Konferenzen oder auch im Schul- und Universitätsalltag müssen Präsentationen vorbereitet und gehalten werden. Dabei sind vor allem Gruppen beteiligt, bei denen eine Organisation nötig ist. Bei der Vorbereitung und Erarbeitung einer Präsentation müssen Entscheidungen getroffen und Inhalte zusammengetragen werden. Dabei wird viel diskutiert und ein gemeinsamer Plan verfolgt. Daher eignen sich diese Aufgaben zur Durchführung einer Studie, bei der Verhaltensweisen von Gruppen bei der Kollaboration untersucht werden.

Die Studie ist als Erhebungsstudie angelegt, in der Teilnehmer aus verschiedenen Bereichen und verschiedenen Vorkenntnissen in Gruppen interagieren sollen. Aus diesem Grund wurden für diese Studie zwei anwendungsnahe Szenarien entwickelt, damit diese für alle Studienteilnehmern gut lösbar sind.

## 4.2.2 Planungsaufgabe

In der Planungsaufgabe sollen die Teilnehmer eine Stadtbesichtigung in Salzburg planen. Dabei wird vorgegeben, dass die Teilnehmer 5-6 Stunden für die Besichtigung Zeit haben und mindestens 5 Sehenswürdigkeiten besuchen sollen. Außerdem können nur die öffentlichen Verkehrsmittel genutzt werden oder es kann zu Fuß gegangen werden. Die Gruppen sollen sich überlegen und recherchieren, welche Sehenswürdigkeiten besonders interessant sind. Den Gruppen wird zudem vorgegeben, dass diese einen Ausflug zum Schloss Hellbrunn oder zum Gaisberg in der Besichtigung einplanen sollen.

Diese Bedingungen werden den Gruppen vorgegeben, damit die Teilnehmer eine

gewisse Recherchearbeit und Abwägung von Alternativen leisten müssen. Dies soll dabei helfen, verschiedene Arbeitsstrategien und Verhaltensweisen zu beobachten. Diese Aufgabe beinhaltet Recherchearbeit, das Sammeln von Ideen und die Zusammenstellung der Stadtbesichtigung. Auf den beiden Displays stehen dafür Anwendungen zur Verfügung, die genutzt werden können. Zur Sammlung von Ideen und Ergebnissen soll Microsoft Whiteboard als virtuelles Whiteboard genutzt werden. Zur Recherche stehen ein Browser und eine Kartenanwendung zur Verfügung. Zudem wird die Eingabe von Texten durch die virtuelle und eine physische Tastatur ermöglicht.

Diese Planungsaufgabe soll verschiedene Teilaufgaben abbilden, um verschiedene Arbeitsphasen bei der Kollaboration beobachten zu können. Dabei sollen die Teilnehmer miteinander diskutieren und verschiedene Informationen miteinander abwägen. Dazu müssen sich die Gruppen durch Recherchearbeit Informationen beschaffen und gegebenenfalls Kompromisse finden. Zum Schluss soll ein Ergebnis entstehen, in der die recherchierten Informationen zusammengetragen werden. Insgesamt soll diese Aufgabe bewirken, dass die Gruppen zusammenarbeiten, aber auch verschiedene Teilaufgaben parallelisieren, wie beispielsweise die Recherche von verschiedenen Informationen.

### 4.2.3 Präsentationsaufgabe

Die Teilnehmer sollen in der Präsentationsaufgabe eine Collage mit Impressionen zusammenstellen, um diese beispielsweise Freunden, Bekannten oder Kollegen vorzustellen. Dabei werden 246 Bilder zur Verfügung gestellt, die tageweise geordnet und thematisch an einen Urlaub in Italien angelegt sind. Für Tag 1 stehen dazu 38 Bilder, für Tag 2 31 Bilder, für Tag 3 31 Bilder, für Tag 4 33 Bilder, für Tag 5 40 Bilder, für Tag 6 28 Bilder und für Tag 7 45 Bilder zur Verfügung. Die Teilnehmer sollen aus diesen Bildern mindestens vier verschiedene Bilder pro Tag auswählen. Dazu steht zusätzlich eine Beschreibung der Tage bereit. An die Zusammenstellung soll eine kurze Präsentation zu den Ideen bei der Erstellung der Collage gehalten werden.

Die Bilder müssen dazu entsprechend sortiert und ausgewählt werden. An den Displays stehen dazu Anwendungen zur Verfügung, die auf beiden Displays zu finden sind. Zum einen steht ein Ordner mit den Bildern bereit. Zum anderen wird eine Anwendung zum Erstellen der Fotocollage und für Notizen zur Verfügung stehen. Außerdem wird die Eingabe von Texten durch die virtuelle und eine physische Tastatur ermöglicht.

Die zur Verfügung stehenden Bilder wurden von der Seite pixabay<sup>1</sup> heruntergeladen und können für die freie kommerzielle Nutzung verwendet werden. Einige

---

<sup>1</sup><https://pixabay.com/de/> [Abgerufen am 06. Juli 2019]

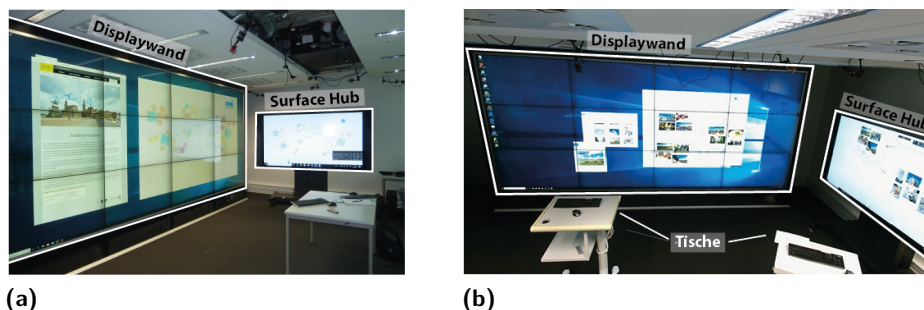
Bilder sind zudem aus dem privaten Fotobestand. Die Bilder sind tageweise beschriftet, sodass die Bilder zugeordnet werden können.

In dieser zusammengestellten Aufgabe sollen verschiedene Teilaufgaben abgebildet werden, die für die Untersuchung der kollaborativen Aspekte interessant sind. Zur Erledigung dieser Aufgabe müssen die Teilnehmer einen Plan verfolgen, der zu Beginn abgestimmt wird. Dazu muss sich die Gruppe organisieren, damit ein Ergebnis durch Abstimmung und Diskussionen entstehen kann. Die Teilnehmer müssen sich einen Überblick über die Bilder verschaffen und durch Kompromisse verschiedene Bilder aussuchen. Dabei sollen sich die Teilnehmer in den Gruppen gegenseitig unterstützen und verschiedene Aufgaben übernehmen. Insgesamt sollen die Gruppen dabei gemeinsam an der Lösung arbeiten.

## 4.3 Studiendesign

Im folgenden Abschnitt wird das ausgearbeitete Studiendesign vorgestellt. Dazu zählt der technische Aufbau, die verwendete Software, Anforderungen an die Teilnehmer und die Vorgehensweise während der Studie.

### 4.3.1 Aufbau



**Abbildung 4.1.:** Aufbau für die Studie: (a) Aufbau der Displays im Labor (b) Finaler Aufbau mit den Displays und Tischen

Der Aufbau besteht in dieser Studie aus zwei Großdisplays: einer Displaywand und einem Microsoft Surface Hub (siehe Abbildung 4.1a). Die beiden Displays standen für die Studie in einem Labor bereit. Mit den beiden Displays kann per Multitouch oder per drahtloser Tastatur und Maus interagiert werden. Auf beiden Displays wird zudem Windows 10 als Betriebssystem genutzt.

Wie in Abbildung 4.1a zu sehen, unterscheiden sich die Displays stark in ihrer Größe. Die Displaywand hat eine Größe von 4,9 m x 2,0 m mit einer Auflösung von 7680 x 3240 Pixel und besteht dabei aus 12 Display mit jeweils 55 Zoll Diagonale. Das 84 Zoll Microsoft Surface Hub hat eine Größe von 2,2 m x 1,20 m mit einer Auflösung

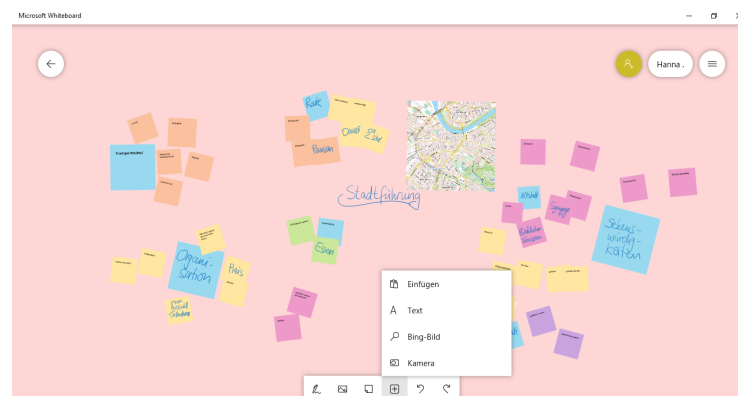
von 3840 x 2140 Pixel. Damit hat das Surface Hub eine höhere Auflösung als die Displaywand. Das Surface Hub steht zudem auf einem Rollständer und kann dadurch verschoben werden. Zusätzlich werden am Surface Hub Stifte zur Eingabe und zum Arbeiten mit dem Whiteboard zur Verfügung gestellt.

Die Displays stehen für diese Studie orthogonal zueinander. Außerdem werden zwei Tische bereitgestellt, auf denen sich die Tastatur und Maus befinden. Diese Tische werden so im Raum angeordnet, dass diese bei der Interaktion mit den Displays und beim Bewegen im Raum nicht im Weg stehen (siehe Abbildung 4.1b).

Die Positionen der Teilnehmer werden durch ein OptiTrack System aufgezeichnet. Dazu tragen die Teilnehmer verschiedenfarbige Basecaps mit Markern. Zusätzlich werden die Teilnehmer während der Studie durch drei Kameras aufgezeichnet. Dieser Aufbau wird in Abschnitt 4.5 genauer beschrieben.

### 4.3.2 Software

Die verwendeten Anwendungen sind kommerzielle Softwareprodukte, die in der Studie in kostenlosen Versionen genutzt werden. Bei der Auswahl der Anwendungen, wurde mehrere Alternativen für die Verwendung an den Großdisplays betrachtet. Die ausgewählten Anwendungen werden im Folgenden beschrieben.



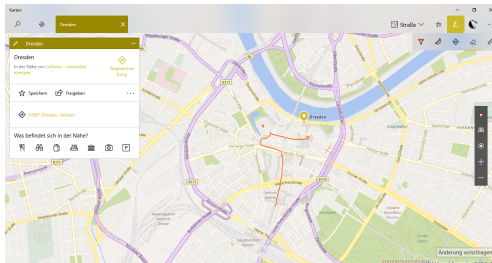
**Abbildung 4.2.:** Screenshot des Microsoft Whiteboard zum Brainstorming

**Microsoft Whiteboard** Microsoft Whiteboard<sup>2</sup> ist eine Brainstorming und Sketching-Anwendung, die im Microsoft Store erhältlich ist. Dabei unterstützt die Anwendung Touch-, Stift- und Tastatureingaben. Die Anwendung ist explizit für das Surface Hub und den PC geeignet und kann somit auch problemlos auf der Displaywand genutzt werden. Von Vorteil ist vor allem, dass das Microsoft Whiteboard durch mehrere Nutzer gleichzeitig und auf mehreren Geräten verwendet werden kann.

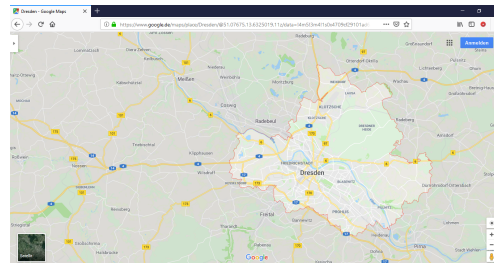
<sup>2</sup><https://products.office.com/de-de/microsoft-whiteboard/digital-whiteboard-app> [Abgerufen am 06. Juli 2019]

Dabei kann die Zeichenfläche auf mehreren Geräten synchronisiert werden und bei der Stifteingabe werden Nutzer von der Software unterschieden. Damit eignet sich diese Anwendung besonders für die Nutzung in dieser Studie. Außerdem stehen Funktionen, wie Notizzettel, das Einfügen von Bildern und Freihand Formen zur Verfügung, die für die Bearbeitung der Aufgaben geeignet sind. In Abbildung 4.2 ist eine beispielhafte Verwendung des Microsoft Whiteboards zu sehen, in der Ideen mittels Notizzetteln gesammelt wurden.

**Kartenanwendungen** Für Kartenanwendungen gibt es Online- und Desktop-Lösungen. Google Maps<sup>3</sup> ist dabei ein bekannter Online-Kartendienst von Google, der im Browser verwendet wird. Dabei stehen weltweit Straßen- und Satellitenkarten zur Verfügung. Außerdem können Standorte gesucht und markiert sowie Routen für verschiedene Verkehrsmittel geplant werden. Durch die Bekanntheit und einfache Nutzung von Google Maps eignet sich die Anwendung für diese Studie. Eine Alternative zu Google Maps ist eine Desktop-Anwendung von Microsoft, die als Navigations- und Kartenanwendung genutzt werden kann. Die Funktionen von Microsoft Karten<sup>4</sup> entsprechen denen von Google Maps. Allerdings können in der Anwendungen Annotationen in den Karten vorgenommen werden. Diese Funktion erweitert die Nutzung von Kartenanwendungen für diese Studie. In Abbildung 4.3 sind Screenshots der beiden Kartenanwendungen zu sehen.



(a)



(b)

**Abbildung 4.3.:** Screenshots der Kartenanwendungen (a) Microsoft Karten und (b) Google Maps

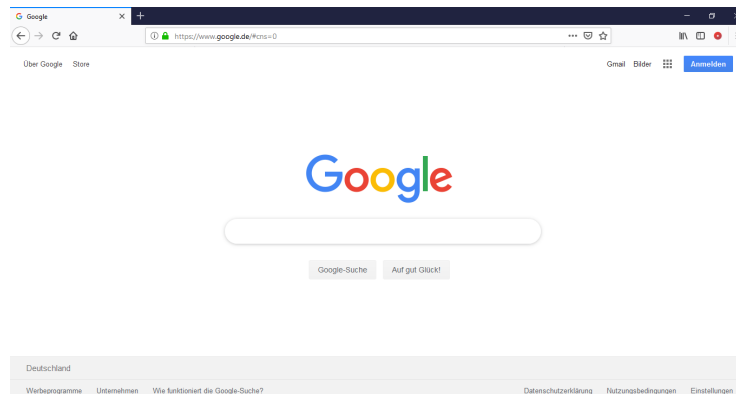
**Browser** Browser werden täglich für die Nutzung des Internets verwendet und sind somit Anwendungen deren Verwendung bekannt ist. Dabei werden den Endnutzern verschiedene Browser angeboten, wie Mozilla Firefox, Google Chrome und Internet Explorer. Dabei wird in dieser Studie ein Browser benötigt, damit die Nutzer mit Hilfe einer Suchmaschine nach Informationen suchen können. Für diese Studie soll

<sup>3</sup><https://www.google.de/maps> [Abgerufen am 06. Juli 2019]

<sup>4</sup><https://www.microsoft.com/de-de/p/windows-karten/9wzdncrdtbvb> [Abgerufen am 06. Juli 2019]

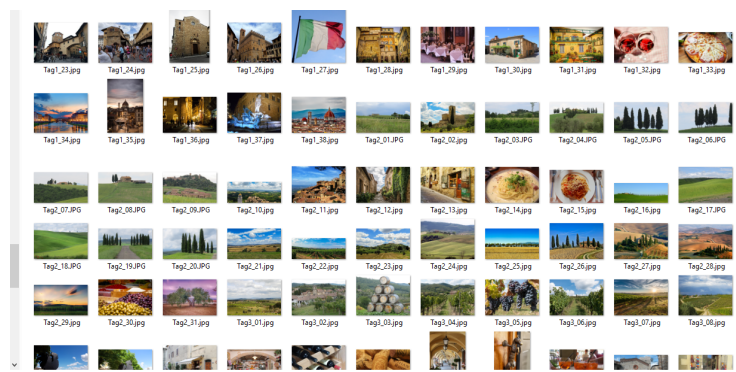


Mozilla Firefox<sup>5</sup> verwendet werden. In Abbildung 4.4 ist ein Screenshot von Mozilla Firefox bei der Verwendung der Suchmaschine gezeigt.



**Abbildung 4.4.:** Screenshot des verwendeten Browsers Mozilla Firefox

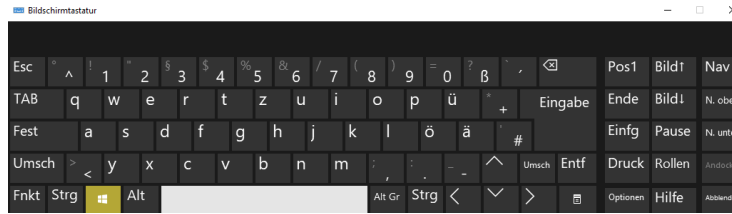
**Microsoft Explorer und Microsoft Fotos** Der Microsoft Explorer und die Microsoft Fotos sind standardmäßig auf den Windows-Systemen vorhanden. Dabei können Daten in Ordnerstrukturen organisiert werden. Microsoft Fotos wird zum Anzeigen von Fotos genutzt. Der Ordner mit den Bildern wird in Abbildung 4.5 gezeigt.



**Abbildung 4.5.:** Screenshot des Ordners mit den Bildern für die Präsentationsaufgabe

**Virtuelle Tastatur** Virtuelle Tastaturen sind Bildschirmtastaturen, die es ermöglichen, Eingaben auf dem Bildschirm zu machen. Dabei stellen Windows-Systeme eine Bildschirmtastatur bereit, die in dieser Studie genutzt werden soll. Dabei lässt sich diese Tastatur beliebig ein- und ausblenden sowie für beliebige Anwendungen nutzen. Für diese Studie wird eine Bildschirmtastatur bereit gestellt, damit die Teilnehmer die Möglichkeit haben, per Touch Texteingaben machen zu können. Die verwendete Bildschirmtastatur wird in Abbildung 4.6 gezeigt.

<sup>5</sup><https://www.mozilla.org/de/firefox/new/> [Abgerufen am 06. Juli 2019]



**Abbildung 4.6.:** Screenshot der Bildschirmtastatur für die Verwendung an den Displays

### 4.3.3 Anforderungen an die Teilnehmer und Gruppen

Für die Teilnehmer der Studie wurden im Vorfeld bestimmte Anforderungen festgelegt. Die Aufgabestellungen sind so ausgelegt, dass diese von Gruppen erarbeitet werden. In diesen Gruppen sollen sich die einzelnen Personen kennen und schon miteinander gearbeitet haben. Insgesamt sollen die Teilnehmer Interesse am Arbeiten an interaktiven Displays und grundlegende Kenntnisse zur Verwendung von typischen Anwendungen, wie einem Browser haben. Die Teilnehmer können dabei aus verschiedenen Tätigkeitsbereichen kommen.

Die angesprochenen Gruppen sollen von unterschiedlicher Größe sein, um verschiedene Gruppengrößen bei der kollaborativen Arbeit untersuchen zu können. Zum einen soll es Kleingruppen von zwei bis drei Personen geben. Zum anderen werden größere Gruppen von vier bis fünf Personen gebildet.

### 4.3.4 Vorgehensweise

Die Vorgehensweise für die Studie wurde im Vorfeld geplant. Die Studie wird in mehreren Sessions an verschiedenen Tagen durchgeführt. Dabei ist vorgesehen, dass die Aufgabenstellungen von allen Gruppen jeweils nacheinander bearbeitet werden sollen. Die Reihenfolge der Szenarien wird dabei systematisch variiert (siehe Tabelle 5.1 auf Seite 59), um mögliche Effekte, wie Lerneffekte ausschließen zu können. Insgesamt werden für eine Session zwei Stunden für die Durchführung eingeplant.

Zu Beginn der Session unterschreiben die Teilnehmer zunächst eine Einwilligungserklärung zur Durchführung der Studie. Danach füllen die Teilnehmer einen Fragebogen aus, der Angaben zum Alter, Geschlecht, Vorkenntnissen und Verhältnis zu dem Teammitgliedern erfassen soll. Anschließend werden den Teilnehmern die Ziele der Studie und die Displays sowie die Eingabemöglichkeiten und Anwendungen für die erste Aufgabe vorgeführt und erklärt. Danach wird die Aufgabenstellung vorgelesen. Hierbei sollen die Nutzer die zur Verfügung stehenden Anwendungen und Modalitäten nutzen, um ein gemeinsames Ergebnis zu erarbeiten. Dazu wird für die Planungsaufgabe eine Bearbeitungszeit von 40 Minuten und für die Präsentationsaufgabe 20 Minuten vorgesehen. Für jedes der beiden Szenarien sind auf

den Displays unterschiedliche Anwendungen geöffnet. Für die Planungsaufgabe sind dabei Microsoft Whiteboard, ein Browser, Microsoft Karten und die virtuelle Tastatur auf beiden Displays geöffnet. Als Eingabemöglichkeiten stehen neben Touch auch Stifte für das Surface Hub und pro Display eine physische Tastatur zur Verfügung. Für die Präsentationsaufgabe sind auf beiden Displays Microsoft Whiteboard, der Windows Explorer mit den Fotos, Microsoft Fotos und die virtuelle Tastatur geöffnet. Als Eingabemöglichkeiten stehen hier neben Touch ebenfalls Stifte für das Surface Hub und pro Display eine physische Tastatur zur Verfügung.

Nachdem die Aufgabenstellung erklärt wurde und die Teilnehmer keine Fragen mehr haben, startet die Bearbeitungszeit. Die Bearbeitungszeit endet, wenn die Zeit abgelaufen ist oder die Gruppen das Ergebnis schon vor Ablauf zusammengestellt haben. Für die Präsentationsaufgabe folgt durch die Gruppe anschließend eine kurze Präsentation des Ergebnisses.

Nachdem ein Szenario bearbeitet wurde, füllen die Teilnehmer jeweils einen Fragebogen aus, um die Zufriedenheit, Schwierigkeiten und Verbesserungsvorschläge zu bewerten. Außerdem können durch die Teilnehmer Anmerkungen zum Setup und den Möglichkeiten mitgeteilt werden.

Anschließend werden die Anwendungen für das zweite Szenario erklärt und vorgestellt sowie die Aufgabenstellung vorgelesen. Danach startet die Bearbeitungszeit erneut. Nach dem Ende der Bearbeitungszeit füllen die Teilnehmer erneut einen Fragebogen aus.

Zum Schluss wird ein Gruppeninterview durchgeführt, in dem sich die Teilnehmer zu der Nutzung und Schwierigkeiten äußern können.

## 4.4 Erwartungen

Im Folgenden sollen die Erwartungen an die Ergebnisse beschrieben werden. Diese beziehen sich auf die gesamte Studie, aber auch auf die Gruppengrößen und die einzelnen Aufgabenstellungen.

### 4.4.1 Erwartungen insgesamt

Für die Ergebnisse der Studie ist zu erwarten, dass verschiedene Verhaltensweisen und Displaynutzungen für verschiedene kollaborative Aufgaben und Gruppengrößen auftreten. Zudem werden sich nach der Nutzung des Setups Verbesserungswünsche für das bessere Arbeiten ergeben.

## 4.4.2 Erwartungen zu Gruppengrößen

Für die Gruppengrößen sind insgesamt verschiedene Verhaltensweisen zu erwarten. Dabei wird bei den Kleingruppen fast keine Gruppenteilung stattfinden und die Gruppen werden vorwiegend gemeinsam an einem Display arbeiten. Die Kleingruppen werden außerdem vorwiegend eng zusammenarbeiten und nebeneinander an einem Display stehen. Bei den größeren Gruppen ist hingegen zu erwarten, dass sich Teilgruppen bei der Erarbeitung der Lösungen bilden und dabei beide Displays genutzt werden. Die Teilgruppen werden dabei vorwiegend Rücken an Rücken bzw. abgewandt voneinander arbeiten. Außerdem werden durch die Bildung von Teilgruppen Personen benötigt, die die Kommunikation und Synchronisation der Teilgruppen steuern und dabei entfernt von den Displays stehen werden.

## 4.4.3 Erwartungen zu den Aufgaben

Durch die verschiedenen Aufgabenstellungen, sind auch bei den Aufgaben unterschiedliche Verhaltensweisen zu erwarten.

**Planungsaufgabe** In dieser Aufgabe kann erwartet werden, dass den Nutzern durch die Nutzung verschiedener Anwendung und der Bedienung der Tastatur verschiedene Rollen zugewiesen werden.

Außerdem werden sich bei der Erarbeitung verschiedene Phasen ergeben, die von den Gruppen unterschiedlich durchlaufen werden. Zur Synchronisation der Phasen und Teilgruppen werden wiederum Phasen der ausgeprägten Kommunikation nötig sein.

Durch die Verwendung von zwei Displays, sind unterschiedliche Rollen für diese zu erwarten. In dieser Aufgaben wird die Displaywand durch ihre Größe als Hauptdisplay und zum Zusammenfügen der Lösung verwendet. Das Surface Hub hingegen wird bei der Bildung der Teilgruppen als Arbeitsdisplay und für Nebenaufgaben, wie Suchen und Lesen genutzt. Dabei kann erwartet werden, dass sich durch die Unterschiede der Displays und die Möglichkeit der Stiftnutzung am Surface Hub verschiedene Präferenzen für die Nutzung ergeben.

**Präsentationsaufgabe** In dieser Aufgabe wird erwartet, dass vorwiegend gemeinsam gearbeitet und viel kommuniziert wird. Außerdem werden den Nutzern keine klaren Rollen zugewiesen, da jeder Nutzer gleichmäßig an der Erarbeitung beteiligt ist.

Auch für diese Aufgabe werden verschiedene Arbeitsphasen erwartet, die von den Gruppen unterschiedlich durchlaufen werden.

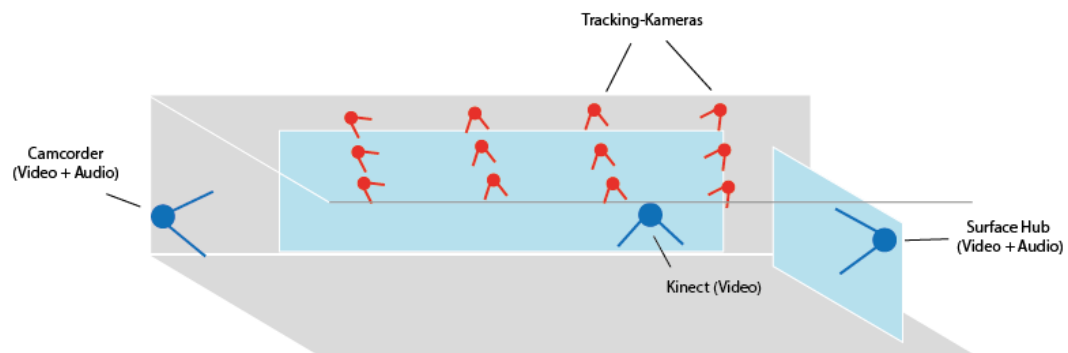
Zudem werden sich Rollen für die beiden verwendeten Displays ergeben. Die Display-

wand wird dabei als Hauptdisplay genutzt, auf dem Fotos sortiert und angeordnet werden. Das Surface Hub wird als Display zum Suchen und Auswählen von Fotos genutzt. Dabei kann erwartet werden, dass sich durch die Unterschiede der Displays und die Möglichkeit der Stiftnutzung am Surface Hub verschiedene Präferenzen für die Nutzung ergeben.

## 4.5 Datensammlung und Analysesoftware

Zur Analyse der Verhaltensweisen auf und vor den Displays wurden verschiedene Daten genutzt. Im Folgenden wird beschrieben, wie die Daten erhoben und analysiert wurden.

**Video** Die Sessions werden für die Analyse per Video aufgenommen. Dabei werden eine Kamera des Surface Hub sowie ein Camcorder und eine Kinect<sup>6</sup> verwendet. Der Camcorder wird gegenüber vom Surface Hub aufgestellt. Die Kinect filmt schräg nach unten von der Decke. Durch diese Positionen der Kameras kann der gesamte Raum aufgezeichnet werden. In Abbildung 4.7 ist dieser Aufbau schematisch dargestellt. Die Videoaufnahmen sollen helfen, Kollaboration, Positionen im Raum, Displaynutzung, grobe Distanzen und Ereignisse zu identifizieren und zu beschreiben.



**Abbildung 4.7.:** Schematische Darstellung des Aufbaus der Kameras im Labor

**Screencasting** Die Aktivitäten auf den beiden Displays werden mittels einer Screencasting-Software aufgenommen. Dabei wird auf den Displays die Software MultiCam Capture<sup>7</sup> verwendet. Diese ermöglicht es, den gesamten Bildschirm sowie Maus- und Touch-Eingaben aufzunehmen. Mit der Software sollen zum einen die Aktivitäten

<sup>6</sup>Hardware zur Steuerung der Xbox 360, die hier zur Videoaufnahme genutzt wird: <https://de.wikipedia.org/wiki/Kinect> [Abgerufen am 06. Juli 2019]

<sup>7</sup><https://www.microsoft.com/de-de/p/multicam-capture/9nfj6fp9164h> [Abgerufen am 06. Juli 2019]

aufgezeichnet und zum anderen die Nutzung der Bereiche des Displays identifiziert werden.

**Audio** Zusätzlich zu den Video- und Bildschirmaufnahmen wird in jeder Session der Ton aufgenommen. Dieser wurde dabei mittels der Screencasting Software Multicam Capture und den Mikrofonen des Surface Hub sowie durch den Camcorder aufgezeichnet. Die Audioaufnahmen werden dabei ausgewertet, um zu identifizieren, wie oft die Nutzer miteinander kommunizieren.

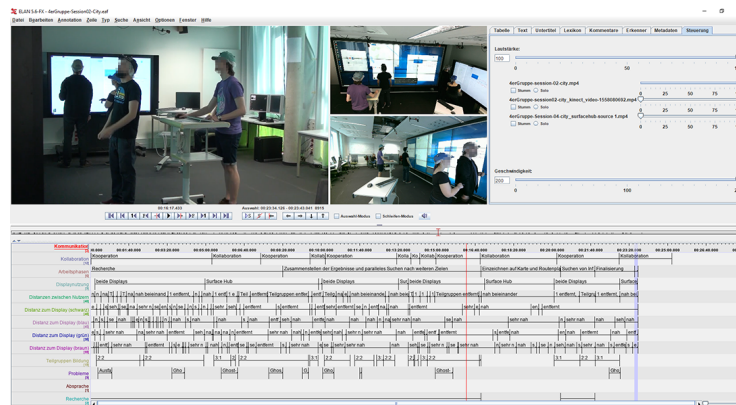
**Tracking** Tracking wird für die genaue Identifizierung der Positionen der Nutzer im Raum eingesetzt. Die Teilnehmer setzen dazu Basecaps mit Markern auf (siehe Abbildung 4.8), die vom Tracking-System erkannt werden. Dabei zeichnet die OptiTrack-Software Motive<sup>8</sup> die Bewegungen der Nutzer auf. Die erzeugten Daten können anschließend für die Analyse als csv-Dateien exportiert werden. Mit diesen Daten sollen die Distanzen zu den Displays, Distanzen zwischen den Nutzern und die Raumnutzung analysiert werden können.



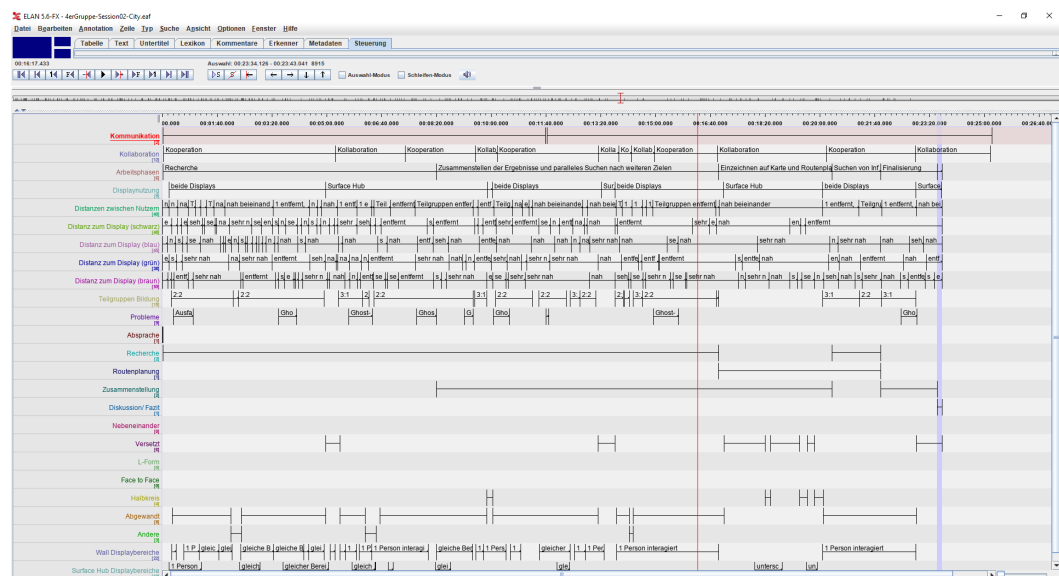
**Abbildung 4.8.:** Basecaps mit optischen Markern für das Tracking der Nutzer

**Fragebögen** Für die Studie werden mehrere Fragebögen entwickelt und verwendet. Zum einen soll ein Fragebogen vor der Studie demografische Daten, Vorkenntnisse und Verhältnisse zu den Teammitgliedern erheben. Zum anderen werden zwei Fragebögen eingesetzt, um nach der Bearbeitung einer Aufgabe die Arbeit im Team, die Zufriedenheit mit dem Setup sowie Schwierigkeiten und Verbesserungsvorschläge zu erfassen. Die verwendeten Fragebögen sind dabei von Fragebögen inspiriert, die bereits in anderen Studien verwendet wurden [JH14; JH16]. Die erstellten Fragebögen, sind im Anhang dieser Arbeit zu finden.

<sup>8</sup><https://optitrack.com/products/motive/> [Abgerufen am 06. Juli 2019]



**Abbildung 4.9.:** Screenshot von ELAN: Auswertung der Videos mittels Annotationen



**Abbildung 4.10.:** Screenshot von ELAN mit Annotationen für eine Gruppe

**Analysesoftware** Die Analyse der Ergebnisse wird auf Basis von Protokoll-Notizen, Fragebögen, Tracking-Daten der Nutzer, Video- und Audiodateien durchgeführt. Dabei werden verschiedene Analyse-Anwendungen genutzt.

Die Video- sowie Audioaufnahmen werden mit der Annotations-Software ELAN<sup>9</sup> ausgewertet. Dazu werden auf Basis der Protokoll-Notizen Annotationen angelegt. ELAN ermöglicht es dabei, alle Video- und Audiodateien zu synchronisieren und zu annotieren (siehe Abbildung 4.9). Am Ende der Annotationsarbeit wird ein Überblick über die verschiedenen Phasen und Verhaltensweisen möglich. In Abbildung 4.10 ist dieser Überblick, über alle Annotationen einer Gruppe für die gesamte Aufgabe zu sehen.

Die als csv-Dateien exportierten Tracking-Daten werden mittels Excel analysiert. Dabei werden eine Analyse der Distanzen zwischen den Nutzern und der Distanzen zu den Displays sowie der Verteilung im Raum vorgenommen. Dazu werden

<sup>9</sup><https://tla.mpi.nl/tools/tla-tools/elan/> [Abgerufen am 06. Juli 2019]

zum einen Diagramme erstellt, die die Links-Rechts Bewegung, Vorwärts-Rückwärts Bewegung und die Verteilung im Raum darstellen. Zum anderen wird eine numerische Auswertung durch die Distanzen nach Hall und Distanzen zu Displays vorgenommen.



# Ergebnisse

Im folgenden Kapitel werden die Ergebnisse der Beobachtungsstudie beschrieben und mittels Diagrammen, Tabellen und Bildern veranschaulicht. In den Abbildungen steht dabei „City“ für die Planungsaufgabe und „Foto“ für die Präsentationsaufgabe. Die Ergebnisse basieren dabei auf der Auswertung der Video- und Tracking-Daten der Gruppen. Zur Interpretation und Einordnung der Ergebnisse wird die erstellte Klassifikation aus Kapitel 3 verwendet.

## 5.1 Teilnehmer der Studie

Insgesamt nahmen an der Studie 18 Personen (10 männlich, 8 weiblich) teil. Für die Studie wurden drei Tage zur Durchführung geplant, in denen insgesamt sechs Gruppen die Studie durchführten. Die Gruppengrößen waren 2 Personen, 3 Personen und 4 Personen, wobei von jeder Gruppengröße zwei Gruppen beobachtet wurden. Die Teilnehmerakquise fand über Mailinglisten, soziale Medien und Fragen im Bekanntenkreis statt. Die Teilnehmer erhielten für die Teilnahme keine Bezahlung. In Tabelle 5.1 werden die Gruppen und die Gruppengrößen aufgelistet. Zur besseren Lesbarkeit werden die Gruppengrößen im Text erneut hinter den Gruppen angegeben (z.B. Gruppe 1 (3 P.)).

Gruppe	Personenanzahl	Zusammensetzung	Aufgabe 1	Zeit	Aufgabe 2	Zeit
G1	3 Personen	mixed	Planung	42 min	Präsentation	21 min
G2	4 Personen	mixed	Planung	24 min	Präsentation	25 min
G3	2 Personen	mixed	Planung	29 min	Präsentation	24 min
G4	3 Personen	weiblich	Präsentation	21 min	Planung	24 min
G5	4 Personen	männlich	Präsentation	26 min	Planung	22 min
G6	2 Personen	mixed	Präsentation	23 min	Planung	22 min

**Tabelle 5.1.:** Übersicht über die Gruppen und den Ablauf der Aufgaben

Das durchschnittliche Alter der Teilnehmer war 27 Jahre ( $M = 26,55$ ,  $SD = 6,32$ ) und die angegebene Körpergröße ging von 1,60 m bis 1,95 m ( $M = 1,75$ ,  $SD = 9,18$ ). Die Teilnehmer kamen aus verschiedenen Tätigkeitsbereichen (Studierende aus den Bereichen Soziologie, Softwareentwicklung, Medieninformatik, Wissenschaftliche

Mitarbeiter, Sozialversicherungsfachangestellte, Zahnarzt). Die Probanden waren grundsätzlich mit dem Arbeiten in Teams vertraut. Die meisten Teilnehmer hatten keine Erfahrungen mit dem Arbeiten an großen Displays und auch wenig Erfahrungen mit dem Arbeiten in Teams an interaktiven Displays.

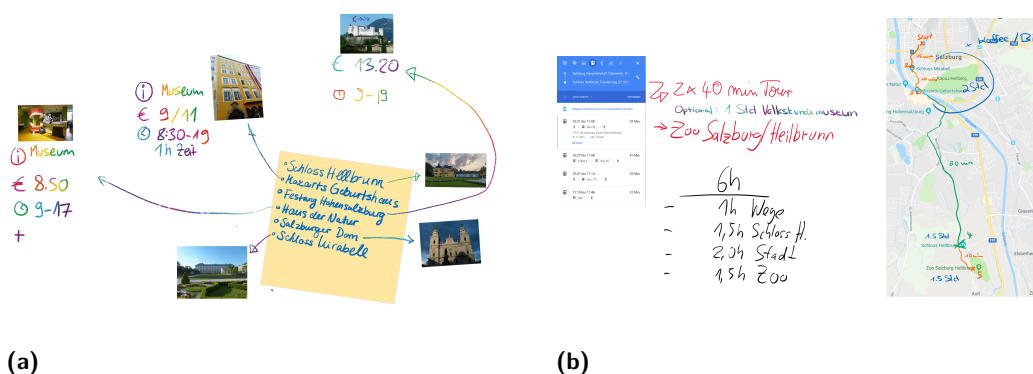
Alle Teilnehmer einer Gruppe kannten sich untereinander und waren entweder Freunde, Kollegen, Kommilitonen, Familienmitglieder oder Paare. Die Probanden in einer Gruppe kannten sich zwischen 3 Monaten und 22 Jahren.

Weiterhin wurden die Teilnehmer nach der Nutzung von verschiedenen Anwendungen gefragt, die für die Lösung der Aufgaben relevant waren. Dabei werden Browser von fast allen Teilnehmern täglich, Google Maps und andere Kartenanwendung mehrmals pro Woche, digitale Whiteboards oder digitale Brainstorming-Anwendungen selten, Fotoanwendungen mehrmals pro Woche und klassische Tafeln oder Whiteboards ein paar Mal im Monat genutzt.

## 5.2 Arbeitsergebnisse

Zur Bearbeitung der Planungsaufgabe benötigten die Gruppen durchschnittlich 27,5 Minuten (SD = 6,95 Minuten). Für die Lösung der Präsentationsaufgabe inklusive der kurzen Präsentation arbeiteten die Gruppen im Durchschnitt 23 Minuten (SD = 1,41 Minuten). Dabei konnten die Gruppen 4 (3 P.), 5 (4 P.) und 6 (2 P.) die Präsentationsaufgabe durch das Ablaufende der Zeit nicht beenden.

In Abbildung 5.1 sind Ergebnisse für die Planungsaufgabe zu sehen, in der Zusammenstellungen und Listen am Whiteboard und Markierungen in der Kartenanwendung entstanden sind. Als Ergebnis der Präsentationsaufgabe entstanden Collagen aus den vorgegebenen Bildern, die die Impressionen einer Reise durch Italien darstellen (siehe Abbildung 5.2). Die weiteren Ergebnisse der Gruppen werden im Anhang abgebildet.



**Abbildung 5.1.:** Ergebnisse der Planungsaufgabe der (a) Gruppe 1 (3er Gruppe) und (b) Gruppe 2 (4er Gruppe)

Insgesamt waren die Gruppen mit dem Ergebnis in der Planungsaufgabe sehr zufrieden ( $M = 0,38$ ,  $SD = 0,59$ , Skala 0 - 4) und mit dem Ergebnis in der Präsentationsaufgabe zufrieden ( $M = 1,22$ ,  $SD = 0,85$ , Skala 0 - 4). Außerdem hat den Gruppen das Arbeiten an der Planungsaufgabe viel Spaß ( $M = 0,77$ ,  $SD = 0,53$ , Skala 0 - 4) und an der Präsentationsaufgabe sehr viel Spaß ( $M = 0,388$ ,  $SD = 0,59$ , Skala 0 - 4) gemacht.



**Abbildung 5.2.:** Ergebnisse der Präsentationsaufgabe der (a) Gruppe 3 (2er Gruppe) und (b) Gruppe 6 (2er Gruppe)

## 5.3 Technische Probleme

Bei der Durchführung der Studie gab es verschiedene technische Schwierigkeiten und Probleme, die im Folgenden genannt und erläutert werden. Diese Schwierigkeiten haben zum Teil die Ergebnisse der Studie beeinflusst.

In allen durchgeführten Sessions traten an der Displaywand Ghost-Touches auf. Dadurch gab es Schwierigkeiten bei der Verwendung einiger Anwendungen und Bedienung mit der Maus. Teilweise wurden Webseiten oder Bilder geöffnet sowie Fenster geschlossen oder in Karten gezoomt. Dies führte bei den Teilnehmern dazu, dass diese die Interaktionen an der Displaywand abbrachen und zum Surface Hub wechselten. Gruppe 4 (3 P.) wechselte durch diese technischen Probleme in der zweiten Aufgabe zur ausschließlichen Nutzung des Surface Hubs.

Durch die technischen Gegebenheiten an der Displaywand war außerdem die Bedienung per Touch schwierig. Dies führte zur verzögerten Reaktion auf Toucheingaben. Weiterhin beeinflusste die Aufnahme der großen Displayfläche durch die Screencasting-Software die Performanz auf der Displaywand. Dies war allerdings nicht so offensichtlich für die Nutzer und machte sich in etwa durch die verzögerte Reaktion auf Toucheingaben bemerkbar. Zudem fiel zu Beginn der ersten Aufgabe in Session 2 ein Bildschirm an der Displaywand aus, was die Arbeit verzögerte.

In Session 1 stürzte am Surface Hub die Karten-Anwendung ab. Dies führte zu einer Verzögerung beim Arbeiten und der Zusammenstellung der Lösung. Weiterhin gab

es in den Sessions 5 und 6 am Surface Hub Netzwerkprobleme. Diese führten dazu, dass die Whiteboards nicht synchronisiert wurden bzw. Webseiten nicht geladen werden konnten.

Die für die Auswertung aufgezeichneten Tracking-Daten konnten für Session 1 in der Planungsaufgabe nicht verwendet werden. Durch die Verursachung von Ghost-Touches wurden bei dieser Aufgabe immer wieder Kameras aus- und eingeschaltet. Dies führte wahrscheinlich dazu, dass die Tracking-Daten nicht aufgezeichnet wurden.

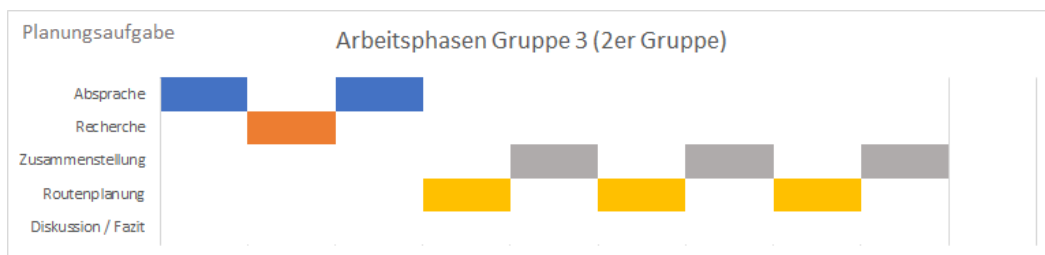
Wie bereits angemerkt wurde, haben diese technischen Probleme die Auswertung von einigen Aspekten beeinflusst. Auf die differenzierte Betrachtung einiger Ergebnisse wird im laufenden Text eingegangen.

## 5.4 Analyse von Arbeitsphasen und kollaborativen Aspekten

### 5.4.1 Arbeitsphasen

Bei der Bearbeitung der gegebenen Aufgaben konnten verschiedene Arbeitsphasen beobachtet werden.

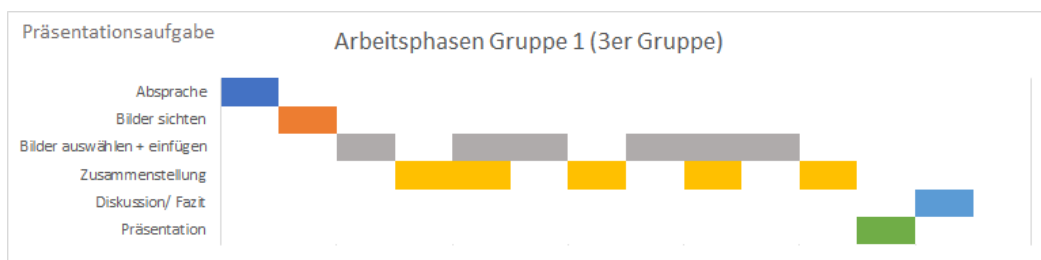
Für die Planungsaufgabe ergaben sich fünf Arbeitsphasen, die von den Gruppen unterschiedlich durchlaufen wurden, um die Aufgabe zu lösen. Dabei gab es Phasen der Absprache und Planung, Recherche, Routenplanung, Zusammenstellung sowie Diskussion über das Ergebnis. Für die Präsentationsaufgabe konnten sechs verschiedene Phasen beobachtet werden. In dieser Aufgabe gab es Phasen der Absprache und Planung, Sichten von Bildern, Auswählen und Einfügen von Bildern, Zusammenstellung, Diskussion über das Ergebnis sowie Präsentation. Der Ablauf der Phasen in den Aufgaben und die Wechsel zwischen den Phasen unterschieden sich zwischen den Gruppen und Gruppengrößen.



**Abbildung 5.3.:** Schema zur Darstellung des Ablaufs der Arbeitsphasen für Gruppe 3 (2er Gruppe) in der Planungsaufgabe (nur zeitliche Abfolge, keine Abbildung der konkreten Zeit)

Dabei konnte für die 2er Gruppen in beiden Aufgaben beobachtet werden, dass eher sequentiell und nicht parallel gearbeitet wurde. Dies bedeutet, dass einzelne Phasen nacheinander durchgeführt wurden. In der Planungsaufgabe gab es hierbei wenige Wechsel der Arbeitsphasen, das heißt, dass die Arbeitsschritte erst gemeinsam abgeschlossen wurden, bevor eine neue Phase eingeleitet wurde. Diese Beobachtungen werden für Gruppe 3 als Schema in Abbildung 5.3 auf Seite 62 dargestellt. In der Präsentationsaufgabe hingegen wechselten die Gruppen die Arbeitsphasen häufiger.

Bei den 3er Gruppen konnte in der Planungsaufgabe festgestellt werden, dass eine Gruppe (G1) teilweise parallel gearbeitet hat und die andere Gruppe (G4) eher sequentiell arbeitete. Dabei wechselte Gruppe 1 oft die Arbeitsphasen und Gruppe 4 wenig die Arbeitsphasen. In der Präsentationsaufgabe hingegen arbeitete Gruppe 1 nur zeitweise parallel und hatte dabei wenige Phasenwechsel, während Gruppe 4 häufiger parallel arbeitete und mehr Wechsel zwischen den Phasen hatte. Dieser Unterschied zwischen den Gruppen wird für die Präsentationsaufgabe in den Abbildungen 5.4 und 5.5 dargestellt. Weitere Abbildungen der Gruppen werden im Anhang aufgeführt.



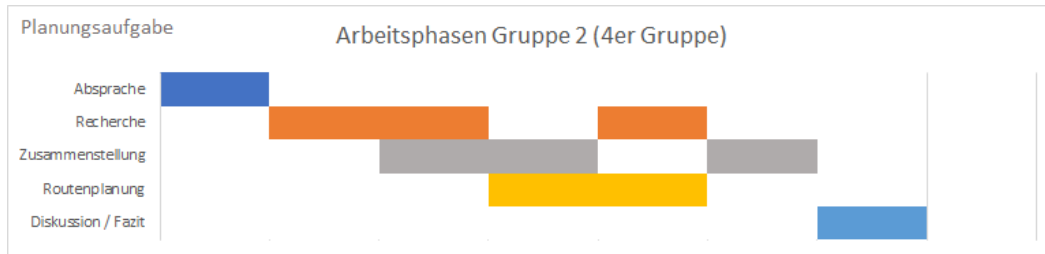
**Abbildung 5.4.:** Schema zur Darstellung des Ablaufs der Arbeitsphasen für Gruppe 1 (3er Gruppe) in der Planungsaufgabe (nur zeitliche Abfolge, keine Abbildung der konkreten Zeit)



**Abbildung 5.5.:** Schema zur Darstellung des Ablaufs der Arbeitsphasen für Gruppe 4 (3er Gruppe) in der Planungsaufgabe (nur zeitliche Abfolge, keine Abbildung der konkreten Zeit)

Die 4er Gruppen arbeiteten in der Planungsaufgabe insgesamt viel parallel und wechselten die Arbeitsphasen nur wenig. In beiden Gruppen fanden Recherche und Zusammenstellung, sowie Routenplanung und Zusammenstellung parallel statt.

Dieser Verlauf wird für Gruppe 2 in Abbildung 5.6 als Schema dargestellt. Weitere Abbildungen werden im Anhang dargestellt. In der Präsentationsaufgabe arbeiteten diese Gruppen ebenfalls parallel, wobei es bei Gruppe 2 sehr viele Phasenwechsel gab und bei Gruppe 5 kaum Wechsel auftraten.



**Abbildung 5.6.:** Schema zur Darstellung des Ablaufs der Arbeitsphasen für Gruppe 2 (4er Gruppe) in der Planungsaufgabe (nur zeitliche Abfolge, keine Abbildung der konkreten Zeit)

## 5.4.2 Kommunikation

Die Gruppen kommunizierten in dem Setup insgesamt viel miteinander. Dabei konnten bei der Auswertung keine Unterschiede zwischen den Aufgaben oder den unterschiedlichen Gruppengrößen festgestellt werden.

Bei zwei Gruppen fiel auf, dass diese nicht durchgängig miteinander kommunizierten. In Gruppe 3 (2 P.) fand zu Beginn der Planungsaufgabe zunächst keine Kommunikation statt. Die Teilnehmer in dieser Gruppe recherchierten zunächst unabhängig voneinander an den beiden Displays. Nachdem die Recherche abgeschlossen wurde arbeitete diese Gruppe gemeinsam. Dabei fand in der Gruppe viel Kommunikation statt.

Für Gruppe 4 (3 P.) konnte beobachtet werden, dass diese zu Beginn der Präsentationsaufgabe ebenfalls wenig miteinander kommunizierte. Dabei sichteten die Teilnehmer zunächst die zur Verfügung stehenden Bilder und machten sich einen Überblick über das Setup. Im Verlauf der Aufgabe parallelisierte diese Gruppe Arbeitsphasen zum Sichten, Auswählen und Anordnen der Bilder. Dabei wurde in dieser Gruppe häufiger kommuniziert und sich untereinander abgestimmt.

Weiterhin konnte festgestellt werden, dass die Nutzer in einigen Gruppen (G1 (3 P.), G3 (2 P.), G5 (4 P.)) über die Distanz des Raumes hinweg miteinander kommunizierten. Außerdem fand in manchen Gruppen (G1 (3 P.), G3 (2 P.), G5 (4 P.), G6 (2 P.)) ein Austausch statt, wenn Personen keinen Blickkontakt zueinander hatten. Dies konnte beispielsweise bei der Aufgabenteilung in der Präsentationsaufgabe beobachtet werden, wenn eine Person die Bilder an der Displaywand auswählte und ansagte und eine andere Person diese am Surface Hub einfügte. Dabei standen die

Personen häufig abgewandt voneinander.

Beim Arbeiten traten zudem immer wieder kurze Phasen auf, in denen weniger kommuniziert wurde. Dies konnte für Phasen beobachtet werden, wenn beispielsweise eine Person an der Zusammenstellung des Ergebnisses beteiligt war, während die anderen Personen beobachteten oder mit dem nächsten Arbeitsschritt begannen.

Bei der Aufteilung von Arbeitsphasen in den Gruppen bildeten sich teilweise Teilgruppen, deren Kommunikation abgestimmt werden musste. Dies war vor allem für die 3er und 4er Gruppen zu beobachten. Die Kommunikation übernahm in den Gruppen jeweils eine Person aus einer Teilgruppe, die sich dabei zueinander wendeten und sich absprachen. Dabei wurde zwischen den Teilgruppen kommuniziert und der Arbeitsfortschritt abgeglichen. Für Gruppe 2 (4 P.) fiel dabei auf, dass sich vorrangig eine Person aus einer Teilgruppe immer wieder zu der anderen Teilgruppe hinwendete. Dabei konnte beobachtet werden, dass die Person immer wieder auf das Display der anderen Gruppe schaute, um den Arbeitsstand abzugleichen. Eine weitere Methode zur Synchronisation zwischen den Teilgruppen war, dass sich die Teilgruppen immer wieder zusammengefunden haben, um die Teilaufgaben abzugleichen. Weitere Beobachtungen zu den Teilgruppen werden in Abschnitt 5.4.4 beschrieben.

Insgesamt stellte sich im Gruppeninterview heraus, dass die Kommunikation zwischen den Nutzern ein wichtiger Bestandteil war, um die Aufgaben zu lösen. Zudem bezeichnete eine Gruppe (G2 (4 P.)) das Setup aus zwei Großdisplay konkret als einen kommunikationsförderlichen Aufbau.

### 5.4.3 Kollaboration

Die Gruppen haben über die Zeit der Bearbeitung der beiden Aufgaben insgesamt eng zusammengearbeitet. Dabei konnten keine Unterschiede zwischen den Gruppengrößen, aber zwischen den beiden Aufgaben beobachtet werden.

Die Teilnehmer schätzten deren Arbeitsstil ebenfalls in beiden Aufgaben als eine enge Zusammenarbeit ein (Planungsaufgabe:  $M = 0,611$ ,  $SD = 0,678$ , Skala 0 - 4; Präsentationssaufgabe:  $M = 0,77$ ,  $SD = 0,79$ , Skala 0 - 4). Zudem waren die Teilnehmer in beiden Aufgaben zufrieden mit der Zusammenarbeit als Team (Planungsaufgabe:  $M = 0,61$ ,  $SD = 0,678$ , Skala 0 - 4; Präsentationssaufgabe:  $M = 0,55$ ,  $SD = 0,83$ , Skala 0 - 4). Zusätzlich äußerten sich die Teilnehmer positiv gegenüber der Nutzung des Setups als Gruppe. Dabei wurde gesagt, dass die Zusammenarbeit durch die Möglichkeiten der Gruppenaufteilung vereinfacht und effektiv gestaltet wurde (G1 (3 P.), G2 (4 P.), G3 (2 P.)).

Klare Unterschiede in der Zusammenarbeit ließen sich in den beiden Aufgaben

beobachten. In der Planungsaufgabe wurde hauptsächlich kollaborativ gearbeitet, während sich in der Präsentationsaufgabe Kollaboration und Kooperation abwechselten.

In der Planungsaufgabe arbeiteten drei Gruppen (G4 (3 P.), G5 (4 P.), G6 (2 P.)) durchgängig kollaborativ miteinander an der Erarbeitung des Ergebnisses. Die Gruppen 1 (3 P.) und 2 (4 P.) entschieden sich sowohl für Kollaboration als auch für Kooperation. Dabei wurde in den Phasen der Absprache, Routenplanung und Diskussion kollaborativ gearbeitet, während in den Phasen der Recherche und Zusammenstellung auch kooperativ gearbeitet wurde. Dadurch konnten einige Teilaufgaben beim Suchen von Informationen und Zusammenstellung des Ergebnisses parallel bearbeitet werden. Hierbei war zu erkennen, dass sich diese beiden Arbeitsweisen immer wieder abwechselten. Gruppe 3 (2 P.) arbeitete hingegen zu Beginn dieser Aufgabe individuell und getrennt voneinander an der Recherche von Informationen für eine mögliche Stadtbesichtigung. Nach dieser ersten Arbeitsphase wechselte diese Gruppe nach einer erneuten Absprache zu einer kollaborativen und kooperativen Arbeitsweise für die Routenplanung und Zusammenstellung des Ergebnisses.

In der Präsentationsaufgabe entschieden sich alle Gruppen für eine kollaborative und kooperative Arbeitsweise. Dabei arbeiteten drei Gruppen (G2 (4 P.), G3 (2 P.), G5 (4 P.)) deutlich mehr in Kooperation als die anderen Gruppen. Die kooperative Arbeitsweise zeichnete sich dadurch aus, dass die Teilnehmer Aufgaben untereinander aufteilten und damit die Aufgaben parallelisierten. Diese Aufteilung konnte beispielsweise in der Phase beim Auswählen und Einfügen der Bilder beobachtet werden. Auch die Zusammenstellung der Collage fand in den Gruppen häufig kooperativ statt.

Weiterhin konnten Beobachtungen zum Wechsel von Kollaborationsstilen gemacht werden. Ein Wechsel von kollaborativer Arbeit hin zu kooperativer Arbeit wurde durchgeführt, wenn die Teilaufgaben parallelisiert wurden. Hierbei wurde von gemeinsamer Arbeit an einer Teilaufgabe zum Arbeiten an unterschiedlichen Teilaufgaben an zwei Displays übergegangen. Umgekehrt konnte beim Wechsel von Kooperation zu Kollaboration beobachtet werden, dass an einem Display gemeinsam an einer Teilaufgabe gearbeitet wurde.

Besonders bei den 3er und 4er Gruppen stand mit dem Wechsel zu Kooperation auch die Entstehung von Teilgruppen in Verbindung.

#### 5.4.4 Bildung von Teilgruppen

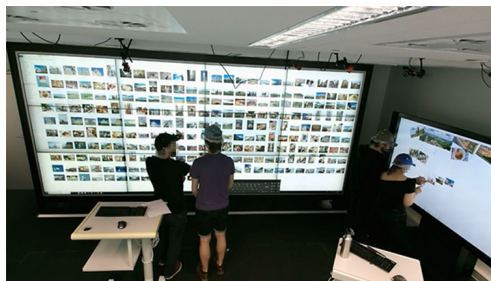
Die Bildung von Teilgruppen konnte vorrangig für die 4er Gruppen beobachtet werden. Dabei traten zwei Teilgruppen mit jeweils zwei Personen auf (siehe Abbildung 5.7a), aber auch eine Aufteilung, in der drei Personen eine Gruppe bildeten und eine Person für sich arbeitete (siehe Abbildung 5.7b). Teilweise wurde auch in den 3er Gruppen in Teilgruppen gearbeitet. In den Abbildungen 5.7c und 5.7d werden



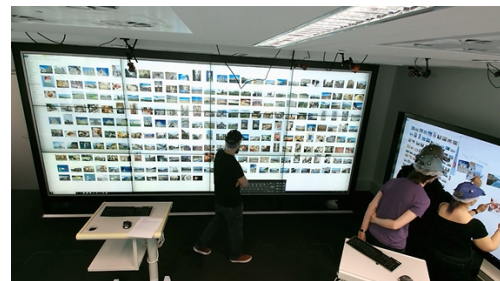
typische Aufteilungen der 3er Gruppen gezeigt. Dargestellt ist jeweils eine Aufteilung in eine Teilgruppe am Surface Hub und eine einzelne Person an der Displaywand. Die Gruppen nutzten die Bildung von Teilgruppen vor allem, um die Teilaufgaben parallel zu bearbeiten.

Für eine 4er Gruppe (G2) konnte beobachtet werden, dass die Personen in den beiden Teilgruppen immer die gleichen waren. Dies bedeutet, dass immer die gleichen Personen miteinander gearbeitet haben. Hingegen in Gruppe 1 (3 P.) wechselten die Personen in der Teilgruppe immer wieder.

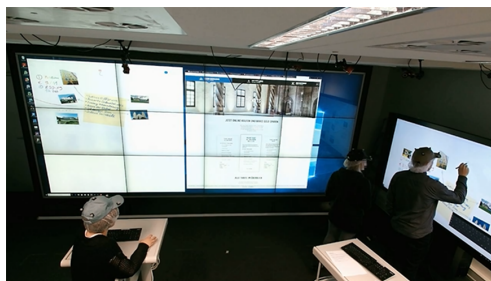
Ein Unterschied in der Bildung von Teilgruppen konnte zwischen den beiden 3er Gruppen festgestellt werden. Dabei arbeitete eine 3er Gruppe (G4) in der Planungsaufgabe die gesamte Aufgabe gemeinsam, ohne eine Teilgruppe zu bilden. In der Präsentationsaufgabe teilte diese die Gruppe teilweise auf. Gruppe 1 (3 P.) hingegen arbeitete in beiden Aufgaben immer wieder in Teilgruppen, um Aufgaben parallel zu erledigen.



(a)



(b)



(c)



(d)

**Abbildung 5.7.:** Bildung von Teilgruppen (a) Gruppe 2 (4er Gruppe) mit zwei Teilgruppen (b) Gruppe 2 (4er Gruppe) mit einer Teilgruppe (c) Gruppe 1 (3er Gruppe) mit einer Teilgruppe (d) Gruppe 4 (3er Gruppe) mit einer Teilgruppe

### 5.4.5 Nutzerrollen und Aufgabenteilung

Für die Aufgaben konnten Ansätze für verschiedene Nutzerrollen und Aufgabenteilungen beobachtet werden. Auch die Teilnehmer gaben im Fragebogen an, dass diese in beiden Aufgaben die Aufgaben untereinander aufgeteilt haben.

In der Planungsaufgabe konnten in den meisten Gruppen verschiedene Rollen be-

obachtet werden. Eine Rollenverteilung, die unter den Nutzern auftrat, war die Aufteilung in Zusammenstellung des Ergebnisses am Surface Hub und Recherchearbeit an der Displaywand. Diese Rollenverteilung wurde in manchen Gruppen (G1 (3 P.), G2 (4 P.), G5 (4 P.)) auf die Teilgruppen übertragen. Gruppe 3 (2 P.) teilte ihre Rollen und die Aufgaben am Surface Hub hingegen durch die Eingabemodalitäten auf. Dabei bediente eine Person die Tastatur und Maus und die andere Person nutzte die Stift- und Toucheingabe. In zwei Gruppen (G4 (3 P.), G5 (4 P.)) konnte beobachtet werden, dass eine Person während der gesamten Aufgabe die Leitung und Organisation in der Gruppe übernommen hat. Dabei wurden durch diese Personen beispielsweise Anweisungen an einzelne Gruppenmitglieder gegeben.

In der Präsentationsaufgabe konnte bei den meisten Gruppen ebenfalls eine Rollenverteilung festgestellt werden. Eine typische Rollenverteilung war das Auswählen der Bilder, das Einfügen der Bilder und das finale Zusammenstellen der Collage. In Gruppe 5 (4 P.) konnte für die Aufgabe beobachtet werden, dass eine Person die Leitung und Organisation der Gruppe übernommen hat.

Für diese Aufgabe konnte weiterhin festgestellt werden, dass zwei Gruppen (G2 (4 P.), G4 (3 P.)) andere Aufgabenteilungen hatten als die anderen Gruppen. Während die meisten Gruppen in der Arbeitsphase 'Bilder auswählen und einfügen' die Aufgaben so aufteilten, dass eine Person auswählte und ansagte und eine andere Person die Bilder einfügte, teilte Gruppe 2 (4 P.) diese Arbeitsphase so auf, dass die Aufgabe tageweise von den Teilgruppen bearbeitet wurden. Dies bedeutete, dass eine Teilgruppe jeweils für das Auswählen und Einfügen der Bilder eines Tages zuständig waren. Eine starke Aufgabenteilung konnte in Gruppe 4 (3 P.) beobachtet werden, die ihre Arbeitsweise zum Ende der Aufgabe parallelisierten. Dabei war jede Person für eine Teilaufgabe zuständig: eine Person wählte die Bilder aus, eine Person fügte die Bilder ein und eine weitere Person ordnete die Bilder an. Diese Arbeitsweise ist darauf zurückzuführen, dass die Gruppe zum Ende der Aufgabe durch die zeitlichen Vorgaben Druck verspürte und somit effizienter arbeiten wollte.

Weiterhin konnten Unterschiede bei der Verteilung der Aufgaben in den Gruppengrößen festgestellt werden. Die Aufgaben wurden in den 2er Gruppen unter den Nutzern gleichmäßig aufgeteilt, sodass jede Person eine Aufgabe hatte. Zeitweise war festzustellen, dass eine Person die andere Person beobachtete und dabei Hinweise gab.

Für die 3er Gruppen konnte beobachtet werden, dass teilweise nicht alle Personen einer konkreten Aufgabe nachgingen. Immer wieder interagierte nur eine Person oder nutzten zwei Personen die Displays. Die anderen Personen beobachteten in diesen Phasen die Arbeit und gaben Hinweise.

Auch für die 4er Gruppen konnte festgestellt werden, dass keine gleichmäßige Aufgabenteilung stattgefunden hat. Dabei gab es Personen, die während der gesamten Aufgabe kaum mit den Displays interagierten und nur beobachteten oder Hinweise sowie Anweisungen gaben. In diesen Gruppen waren meist eine oder zwei Personen

durchgängig mit der Erarbeitung des Ergebnisses beschäftigt.

Für beide Aufgaben konnte eine Aufteilung einiger Aufgaben in Unteraufgaben festgestellt werden. Dabei konnte in beiden Aufgaben gleichermaßen beobachtet werden, dass in einigen Gruppen (G1 (3 P.), G3 (2 P.), G5 (4 P.)) eine Person am Whiteboard schrieb und Bilder einfügte und eine andere Person Informationen und die Bilder ansagte. Auch die Nutzung des Browsers mit Maus und Tastatur durch eine Person und das Lesen am Display einer anderen Person war so eine Aufteilung. Weitere Aufgabenteilungen, bei denen nur eine Person interagierte und andere Personen beobachteten und Hinweise gaben, konnten für viele Gruppen (G3 (2 P.), G4 (3 P.), G5 (4 P.), G6 (2 P.)) beobachtet werden. Ein typisches Verhalten beim Beobachten waren Gesten in Form von Zeigen zur Kommunikationsunterstützung, die auch bei der Auswahl von Bildern genutzt wurden.

#### 5.4.6 Diskussion von kollaborativen Aspekten

Im Folgenden werden die Ergebnisse in Bezug auf die kollaborativen Aspekte diskutiert und mit den Erwartungen vor der Studie (siehe Abschnitt 4.4) verglichen.

**Arbeitsphasen** Vor der Studie wurde erwartet, dass in den Aufgaben bei der Bearbeitung verschiedene Phasen auftreten, die von den Gruppen unterschiedlich durchlaufen werden.

Für die Planungs- und Präsentationsaufgabe konnten jeweils verschiedene Arbeitsphasen identifiziert werden. Für die Planungsaufgabe konnten dabei fünf und für die Präsentationsaufgabe sechs verschiedene Arbeitsphasen beobachtet werden. Dabei wurde festgestellt, dass die Gruppen die Arbeitsphasen in unterschiedlichen Abfolgen durchliefen und dabei immer wieder zwischen Arbeitsphasen wechselten.

Die Studie ergab, dass die 2er Gruppen eher sequentiell und die größeren Gruppen viel parallel arbeiteten. Dabei kann angenommen werden, dass der Ablauf der Arbeitsphasen durch die Gruppengrößen bedingt war. Die Gruppen mit zwei Personen konnten demnach weniger Aufgaben parallelisieren als die Gruppen mit drei und vier Personen.

Zur Parallelisierung der Aufgaben hat zudem das Setup bestehend aus zwei Displays beigetragen. Die Aufgaben konnten auf zwei Displays aufgeteilt werden und somit effizienter bearbeitet werden.

Herauszustellen ist aus den beobachteten Phasen die Phase der Absprache und ersten Planung. Diese ist für alle Gruppen eine wichtige Phase, um die Gruppe zu organisieren und das Vorgehen abzusprechen.

**Kommunikation und Zusammenarbeit in den Gruppen** In Bezug auf die Arten der Zusammenarbeit wurde vor der Studie angenommen, dass Kleingruppen vorwiegend eng und größere Gruppen eher locker zusammenarbeiten. Diese Annahme konnte in der Studie nicht bestätigt werden. Demnach arbeiteten sowohl die 2er Gruppen als auch die Gruppen mit drei oder vier Personen eng zusammen.

Dabei nutzten die Gruppen sowohl Kollaboration als auch Kooperation, um die Aufgaben zu lösen. Die kollaborative Arbeitsweise wurde verwendet, um gemeinsam an Aufgaben zu arbeiten und Absprachen zu treffen. Im Vordergrund stand dabei das gemeinsame Erarbeiten des Ergebnisses. Kooperativ wurde gearbeitet, wenn die Aufgaben aufgeteilt werden konnten. Dafür waren die zur Verfügung stehenden Displays hilfreich und ermöglichten ein effektives Arbeiten. Die Gruppen arbeiteten insgesamt nur wenig individuell, da die Aufgaben so ausgelegt waren, dass diese in gemeinsamer Arbeit gelöst werden können. Dabei lässt sich annehmen, dass die Gruppe, die teilweise individuell gearbeitet hat, effektiv mit den beiden Displays arbeiten wollte. Die insgesamt enge Zusammenarbeit in den Gruppen kann hierbei auch darauf zurückzuführen sein, dass sich die Teilnehmer in den Gruppen kannten und eine gemeinsame Arbeit als effizienteste Lösung empfanden.

Diese Verhaltensweisen lassen sich in der in Kapitel 3 erstellten Klassifikation wiederfinden und einordnen. Dabei wurden von den Gruppen vor allem gemischte Arbeitsstile gewählt. Bei den meisten Gruppen wechselten sich die Kollaborationsstile und Phasen der Zusammenarbeit immer wieder ab (siehe Tabelle 3.3 „Wechselnde Zusammenarbeit“). Ebenfalls kann die Arbeitsweise mit zu Beginn individueller Arbeit und zum Ende hin enger Zusammenarbeit eingeordnet werden (siehe Tabelle 3.3 „Vorbereitung der Lösung“).

Die Erwartungen vor der Studie beschreiben außerdem, dass während der Planungsaufgabe wenig kommuniziert und in der Präsentationsaufgabe viel kommuniziert wird. Die Studie ergab dazu, dass unabhängig von den Aufgaben in den Gruppen viel kommuniziert wurde. Dies reichte von der Absprache bis hin zur Zusammenstellung des Ergebnisses. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Kommunikation durch die enge Zusammenarbeit der Gruppen ein wichtiger Bestandteil bei der Arbeit war, um die Gruppe zu organisieren und gemeinsam an Aufgaben zu arbeiten. Außerdem sorgte das Setup bestehend aus den beiden Displays dafür, dass viel kommuniziert werden musste, um verschiedene Teilaufgaben zu synchronisieren und sich in der Gruppe abzustimmen. Dabei hatten alle Nutzer gleichermaßen Einblick auf die Displays, sodass eine Grundlage zur Diskussion und Kommunikation bestand.

**Nutzerrollen und Aufgabenteilung** Vor der Studie wurde bezüglich der Nutzerrollen erwartet, dass in der Planungsaufgabe Nutzer verschiedene Rollen zugewiesen werden und bei Präsentationsaufgabe keine Rollen entstehen werden. Die meisten Gruppen haben sich dabei nicht über die Rollenverteilung abgesprochen. Die Rollen ergaben sich aus der Bearbeitung der Aufgaben und deren Unteraufgaben, wobei

sich die Nutzer ihre Rollen suchten. Für beide Aufgaben konnten dabei Nutzerrollen beobachtet werden.

Hierbei ergaben sich Rollen, die von der Bedienung von Maus und Tastatur sowie der Nutzung der Stifte am Surface Hub abhängig waren. Dabei wurde durch die gewählte Eingabemodalität durch den Nutzer festgelegt, welche Aufgaben dieser bearbeitete. Wodurch diese Präferenz bestimmt wurde, konnte in der Studie nicht beobachtet werden. Es kann vermutet werden, dass einige Personen Berührungsängste mit der Nutzung von Touch und Stiften hatten und somit vorwiegend Maus und Tastatur nutzten.

Nutzerrollen ergaben sich allerdings weniger durch die Nutzung der Anwendungen, da diese von den Nutzern gleichermaßen verwendet wurden.

Zudem konnte in der Studie beobachtet werden, dass in den größeren Gruppen keine gleichmäßige Aufgabenteilung stattgefunden hat. Dies lässt sich darauf zurückführen, dass die Aufgaben nicht genug Unteraufgaben für die großen Gruppen hatten. Daher agierten einige Personen als Nutzer, die die Organisation übernahmen oder Hinweise gaben.

**Bildung von Teilgruppen** Vor der Studie wurde erwartet, dass sich Kleingruppen nicht aufteilen, aber größere Gruppen bei der Erarbeitung Teilgruppen bilden. Zunächst muss gesagt werden, dass an der Studie nur Teams mit zwei, drei und vier Personen teilgenommen haben, aber in der Planung auf Gruppen mit fünf oder sieben Personen eingegangen wurde. In diesem Abschnitt werden daher die Begriffe „Kleingruppen“ und „größere Gruppen“ differenziert betrachtet. Folgestudien können daran ansetzen, auch größere Gruppen zu beobachten.

In der Studie konnte beobachtet werden, dass sich auch die 2er Gruppen teilweise aufteilten, um Aufgaben parallel zu bearbeiten und in dem Setup beide Displays zu nutzen. In den Gruppen mit zwei Personen trat dies allerdings weniger auf als in den 3er und 4er Gruppen. Für diese Gruppen konnte festgestellt werden, dass diese zeitweise in Teilgruppen arbeiteten. Dabei kann angenommen werden, dass die Teilung stattgefunden hat, weil Aufgaben parallel bearbeitet werden sollten. Somit konnte die Erarbeitung eines Ergebnisses effektiver gestaltet werden. Außerdem bot sich das Setup mit den beiden Displays dazu an, an beiden zu arbeiten. Dabei konnten alle Nutzer an der Erarbeitung beteiligt werden. Bei der Nutzung nur eines Displays, wie dem Surface Hub, können nur eine oder zwei Personen mit dem Display interagieren, sodass die anderen Personen keine Aufgaben haben. Hierbei lässt sich zudem vermuten, dass die Aufgaben schneller bearbeitet werden konnten.

In Bezug auf die Teilgruppen wurde zudem erwartet, dass durch die Bildung von Teilgruppen Personen benötigt werden, die die Kommunikation und Synchronisation der Teilgruppen steuern. Diese Personen haben sich aus den Teilgruppen heraus ergeben. Dabei konnten meist eine oder zwei Personen beobachtet werden, die zwischen den Gruppen in Austausch und Kommunikation traten. Diese Personen

schauten zudem immer wieder auf das jeweils andere Display. Diese Kommunikation und Synchronisation wurde benötigt, um den Arbeitsfortschritt abzugleichen und die Aufgaben in den Gruppen zu organisieren. Es kann angenommen werden, dass diese Synchronisation ein wichtiger Bestandteil beim Arbeiten in den größeren Gruppen war. Die Organisation und Absprache ist besonders in diesen Gruppen von Bedeutung, wenn effektiv gearbeitet werden soll.

## 5.5 Analyse der Verhaltensweisen vor und auf den Displays

Im folgenden Abschnitt werden die Ergebnisse der Bewegungen vor den Displays und Nutzung auf den Displays vorgestellt. Dabei wird auf die Proxemik, Raumnutzung und Gruppenformationen sowie auf die Displaynutzung, Rollen der Displays und Nutzung von Bereichen auf den Displays eingegangen.

### 5.5.1 Proxemik

**Distanzen zu den Displays** Zur Interaktion mit den Displays standen sowohl Tastatur und Maus als auch Touch und am Surface Hub zusätzlich Stifte zur Verfügung. Aus diesem Grund wurde die Interaktion nah an den und entfernt von den Displays ermöglicht.

	3 Personen		4 Personen		2 Personen	
	G1 Wall	G1 Hub	G2 Wall	G2 Hub	G3 Wall	G3 Hub
<i>Sehr nah</i>	-	-	15%	39%	32%	15%
<i>Nah</i>	-	-	69%	20%	59%	37%
<i>Entfernt</i>	-	-	16%	41%	9%	48%
	G4 Wall	G4 Hub	G5 Wall	G5 Hub	G6 Wall	G6 Hub
<i>Sehr nah</i>	0%	5%	8%	20%	27%	35%
<i>Nah</i>	37%	32%	46%	13%	65%	50%
<i>Entfernt</i>	63%	63%	46%	68%	8%	15%

**Tabelle 5.2.:** Distanzen der Gruppen zu den beiden Displays in der Planungsaufgabe

Zur Analyse wurden die Distanzen zu den Displays in sehr nah (< 100 cm), nah (am Surface Hub 100 cm bis 150 cm; an der Displaywand 100 cm bis 200 cm) und entfernt (am Surface Hub > 150 cm; an der Displaywand > 200 cm) eingeteilt. Dabei konnte bei der Analyse festgestellt werden, dass die Gruppen viel Zeit in

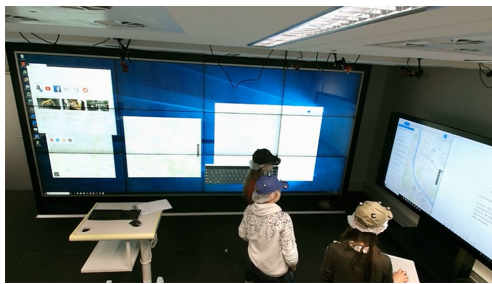
	3 Personen		4 Personen		2 Personen	
	G1 Wall	G1 Hub	G2 Wall	G2 Hub	G3 Wall	G3 Hub
<i>Sehr nah</i>	6%	18%	14%	40%	20%	4%
<i>Nah</i>	48%	40%	67%	14%	72%	52%
<i>Entfernt</i>	46%	42%	20%	46%	8%	44%
	G4 Wall	G4 Hub	G5 Wall	G5 Hub	G6 Wall	G6 Hub
<i>Sehr nah</i>	29%	29%	8%	17%	29%	51%
<i>Nah</i>	53%	8%	39%	27%	61%	10%
<i>Entfernt</i>	18%	64%	53%	55%	10%	39%

**Tabelle 5.3.:** Distanzen der Gruppen zu den beiden Displays in der Präsentationsaufgabe

den nahen Distanzen arbeiteten (im Durchschnitt: Planungsaufgabe 42,8 % und Präsentationsaufgabe 40,9 %). Etwas weniger Zeit verbrachten die Gruppen entfernt von den Displays (im Durchschnitt: Planungsaufgabe 37,7 % und Präsentationsaufgabe 37,1 %) und deutlich weniger Zeit im sehr nahen Bereich vor den Displays (im Durchschnitt: Planungsaufgabe 19,6 % und Präsentationsaufgabe 22 %). Dabei konnten keine Unterschiede zwischen den Aufgaben festgestellt werden (siehe Tabellen 5.2 und 5.3). Nur Gruppe 4 (3 P.) arbeitete in den beiden Aufgaben in deutlich unterschiedlichen Distanzen. In der Planungsaufgabe arbeitete diese Gruppe vorrangig entfernt von beiden Displays, während in der Präsentationsaufgabe auch die nahen und sehr nahen Bereiche vor den Displays genutzt wurden. Für Gruppe 2 (4 P.) fällt auf, dass diese in beiden Aufgaben in etwa gleicher Distanz zu den Displays arbeitete.

Außerdem konnten bei der Analyse keine Unterschiede der Distanzen bei den unterschiedlichen Gruppengrößen festgestellt werden. Allerdings unterschieden sich die Distanzen von einigen Gruppen voneinander. Gruppe 3 (2 P.) arbeitete in beiden Aufgaben häufiger sehr nah an der Displaywand als sehr nah am Surface Hub. Zudem standen die Gruppen 4 (3 P.) und 5 (4 P.) in der Planungsaufgabe und Gruppe 5 in der Präsentationsaufgabe deutlich mehr entfernt von den Displays als die anderen Gruppen. Im Gegensatz dazu arbeiteten die Gruppen 2 (4 P.) und 6 (2 P.) in der Präsentationsaufgabe deutlich häufiger sehr nah am Surface Hub als andere Gruppen. In der Planungsaufgabe ist außerdem aufgefallen, dass Gruppe 6 (2 P.) deutlich weniger entfernt von den Displays stand als andere Gruppen. In Abbildung 5.8 ist der Unterschied zwischen den Gruppen 4 (3 P.) und 6 (2 P.) zu erkennen. Gruppe 4 arbeitet entfernt vom Display mit Maus und Tastatur, während Gruppe 6 sehr nah am Display arbeitet.

Deutliche Unterschiede konnten zwischen den beiden Displays festgestellt werden. Am Surface Hub wurde häufiger sehr nah (im Durchschnitt: Planungsaufgabe 22,8 % und Präsentationsaufgabe 26,5 %) am Display gearbeitet als an der Display-



(a)



(b)

**Abbildung 5.8.:** Distanzen zum Surface Hub: (a) Gruppe 4 (3er Gruppe) entfernt vom Display (b) Gruppe 6 (2er Gruppe) sehr nah am Display

wand (im Durchschnitt: Planungsaufgabe 16,4 % und Präsentationsaufgabe 17,6 %). An der Displaywand hingegen wurde durchschnittlich die Hälfte der Zeit in den nahen Bereichen gearbeitet (im Durchschnitt: Planungsaufgabe 55,2 % und Präsentationsaufgabe 56,7 %). Bedingt durch die Verwendung von zwei Displays in einem Raum standen die Gruppen sehr viel mehr entfernt vom Surface Hub (im Durchschnitt: Planungsaufgabe 47 % und Präsentationsaufgabe 48 %).

Bei der Analyse der Gruppen und der Distanzen, die die einzelnen Gruppenmitglieder eingenommen haben, fiel auf, dass es in den Gruppen teilweise Personen gab, die eher sehr nah an den Displays arbeiteten und Personen, die häufiger entfernt von den Displays standen. In den Gruppen 2 (4 P.), 3 (2 P.), 4 (3 P.) und 5 (4 P.) gab es jeweils eine Person, die deutlich mehr sehr nah am Surface Hub arbeitete, als andere Personen in dieser Gruppe. Dabei arbeiteten in Gruppe 2 und 5 diese Personen sogar während der beiden Aufgaben über die Hälfte der Zeit sehr nah am Surface Hub. Im Gegensatz dazu gab es in den Gruppen 2 (4 P.), 3 (2 P.) und 5 (4 P.) jeweils eine oder mehrere Personen, die deutlich mehr entfernt von den beiden Displays standen und nicht aus der Nähe interagierten.

Dabei konnte festgestellt werden, dass diese Aufteilung sowohl rollen- als auch aufgabenbedingt war. Dabei gab es in den Gruppen meist eine oder zwei Personen, die dafür zuständig waren, das Ergebnis am Surface Hub zusammenzutragen. Dabei schrieben diese am und interagierten mit dem Whiteboard in nahen oder sehr nahen Positionen. Außerdem hatten einige Personen die Aufgabe, Bilder und Informationen an der Displaywand zu sichten und arbeiteten somit ebenfalls nah oder sehr nah am Display. Weiterhin gab es Nutzer, die zum Recherchieren und Suchen nach Informationen mit dem Browser aus der Entfernung mit Maus und Tastatur arbeiteten. Zudem nahmen einige Nutzer entfernte Distanzen ein, um einen Überblick über die beiden Displays zu haben und die anderen Nutzer zu unterstützen.

Die entfernten Distanzen der Gruppen und Teilnehmer zu den Displays lassen sich auch auf die im Raum platzierten Tische zurückführen. Diese konnten von den Gruppen beliebig im Raum verschoben werden. Gruppe 1 (3 P.), 3 (2 P.) und 6 (2



P.) nutzten dies und verschoben den Tisch in der Planungsaufgabe näher an das Surface Hub heran. Somit standen die Gruppen bei der Interaktion mit Maus und Tastatur am Surface Hub näher am Display. Die anderen Gruppen verschoben die Tische nicht. Ebenfalls wurde der Tisch vor der Displaywand nicht verschoben.

**Distanzen zwischen den Nutzern** Zur Analyse der Distanzen zwischen den einzelnen Mitgliedern einer Gruppe wurden die Distanzen nach Hall [Hal69] verwendet. Die Mitglieder der Gruppen befanden sich die meiste Zeit in der persönlichen Distanz (45 cm bis 120 cm) zueinander (durchschnittlich: 44,5 %). Weniger Zeit verbrachten die Nutzer in der intimen Distanz (0 cm bis 45 cm) (durchschnittlich: 21,5 %) und in der sozialen Distanz (120 cm bis 360 cm) (durchschnittlich: 33,3 %). Dies spricht für die enge Zusammenarbeit in den Gruppen, in der viel kommuniziert wurde und die Nutzer eng beieinander standen. In der öffentlichen Distanz (mehr als 360 cm) bewegten sich die Teilnehmer kaum bis gar nicht (durchschnittlich: 0,6 %). Dies ist durch die Aufgabenstellung und den begrenzten Raum des Setups gegeben, aber auch davon abhängig, dass die Personen sich in den Gruppen untereinander kannten.

	3 Personen		4 Personen		2 Personen	
	G1 City	G1 Foto	G2 City	G2 Foto	G3 City	G3 Foto
<i>Intime Zone</i>	-	38%	25%	17%	14%	21%
<i>Persönliche Zone</i>	-	30%	42%	46%	53%	42%
<i>Soziale Zone</i>	-	32%	33%	36%	33%	36%
<i>Öffentliche Zone</i>	-	0%	0%	4%	0%	0%
	G4 City	G4 Foto	G5 City	G5 Foto	G6 City	G6 Foto
<i>Intime Zone</i>	7%	22%	3%	4%	49%	37%
<i>Persönliche Zone</i>	80%	41%	24%	31%	47%	54%
<i>Soziale Zone</i>	13%	36%	69%	65%	4%	9%
<i>Öffentliche Zone</i>	0%	0%	3%	0%	0%	0%

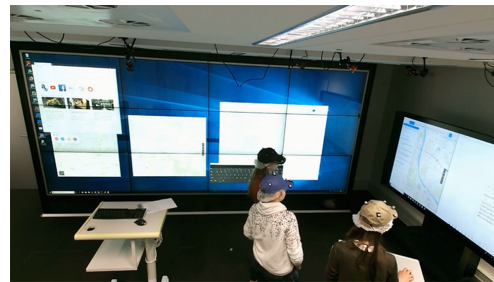
**Tabelle 5.4.:** Distanzen der Nutzer in den Gruppen für die beiden Aufgaben

Aus der Analyse ergaben sich einige Unterschiede in den Distanzen in verschiedenen Gruppen. Dabei konnten allerdings keine Tendenzen für die Aufgaben oder Gruppengrößen festgestellt werden (siehe Tabelle 5.4). Ein klarer Unterschied zwischen den Distanzen konnten für die Gruppen 5 (4 P.) und 6 (2 P.) beobachtet werden. Dabei verbrachten die Nutzer in Gruppe 5 deutlich mehr Zeit in der sozialen Zone (durchschnittlich: 67 %) und sehr viel weniger Zeit in der intimen Zone (durchschnittlich: 3,5 %). Dies bedeutet, dass diese 4er Gruppe insgesamt eher entfernt voneinander stand. Die Nutzer in Gruppe 6 hingegen arbeiteten deutlich mehr in der intimen Zone (durchschnittlich: 43 %) und sehr viel weniger Zeit in der sozialen Zone (durchschnittlich: 6,5 %). Diese deutet darauf hin, dass diese 2er Gruppe

insgesamt sehr nah beieinander arbeitete. Dieses Verhalten lässt sich auch daraus schließen, dass die Personen in einer familiären Beziehung (Mutter und Sohn) zueinander standen.



(a)



(b)

**Abbildung 5.9.:** Distanzen zwischen den Nutzern in Gruppe 4 (3er Gruppe): (a) Nutzer sind entfernt voneinander in der Präsentationsaufgabe (b) Nutzer sind nah beieinander in der Planungsaufgabe

Ein klarer Unterschied zwischen den Distanzen in den beiden Aufgaben konnte in Gruppe 4 (3 P.) festgestellt werden. Dabei arbeitete diese 3er Gruppe in der Planungsaufgabe hauptsächlich (80 %) in der persönlichen Zone, während in der Präsentationsaufgabe diese Gruppe sehr viel weniger Zeit in der persönlichen Zone verbrachte (41 %). Dies zeigt in den veränderten Arbeitsstil der Gruppen in den beiden Aufgaben auf. In Abbildung 5.9 sind die veränderten Distanzen und Arbeitsstile zu erkennen.



(a)



(b)

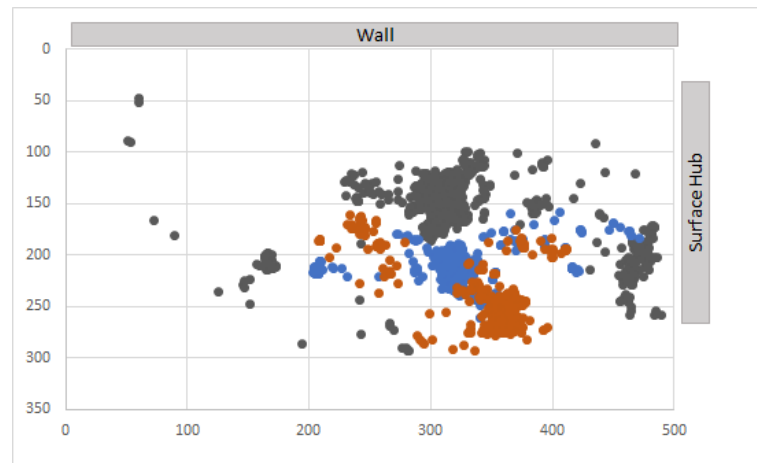


(c)

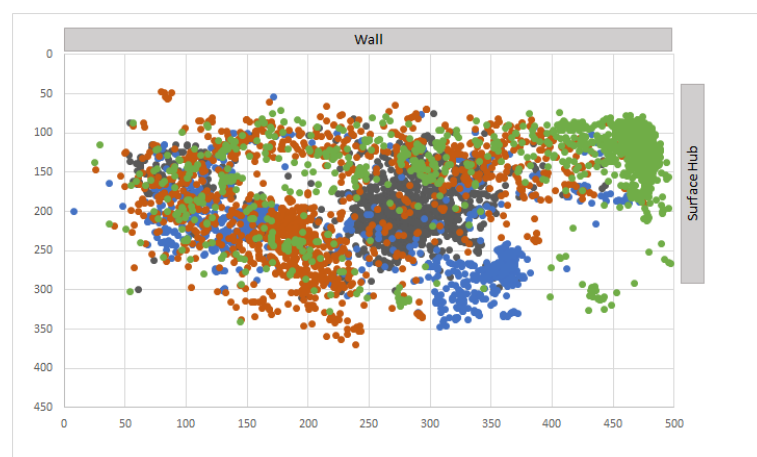
**Abbildung 5.10.:** Bewegung der Gruppen durch den Raum: (a) Gemeinsame Bewegung durch den Raum von Gruppe 6 (2er Gruppe) (b) Gemeinsame Bewegung durch den Raum von Gruppe 4 (3er Gruppe) (c) Getrennte Bewegung durch den Raum von Gruppe 4 (3er Gruppe)

Diese enge und getrennte Zusammenarbeit konnte auch in der Bewegung der Personen im Raum beobachtet werden. Für Gruppe 6 (2 P.) ließ sich feststellen, dass sich die Nutzer, wie in Abbildung 5.10a zu sehen, gemeinsam im Raum bewegten. Daher lassen sich die geringen Distanzen zwischen den beiden Personen erkennen. Für Gruppe 4 (3 P.) war zu beobachten, dass sich die Gruppe in der Planungsaufgabe gemeinsam durch den Raum bewegte und sich in der Präsentationsaufgabe zeitweise zusammen (siehe Abbildung 5.10b), dann aber auch wieder getrennt bewegte (siehe Abbildung 5.10c). Dies lässt die Rückschlüsse zu den unterschiedlichen Distanzen in den beiden Aufgaben zu.

In den anderen Gruppen (G1 (3 P.), G2 (4 P.), G3 (2 P.), G5 (4 P.)) ist festzustellen, dass sich einzelne Gruppenmitglieder immer wieder zusammen bewegten. Dies lässt sich auf die Bildung der Teilgruppen zurückführen. Diese Gruppen verbrachten außerdem häufiger Zeit mit einer größeren Distanz zueinander.



**Abbildung 5.11.:** Raumnutzung der Gruppe 4 (3er Gruppe) in der Planungsaufgabe



**Abbildung 5.12.:** Raumnutzung der Gruppe 5 (4er Gruppe) in der Planungsaufgabe

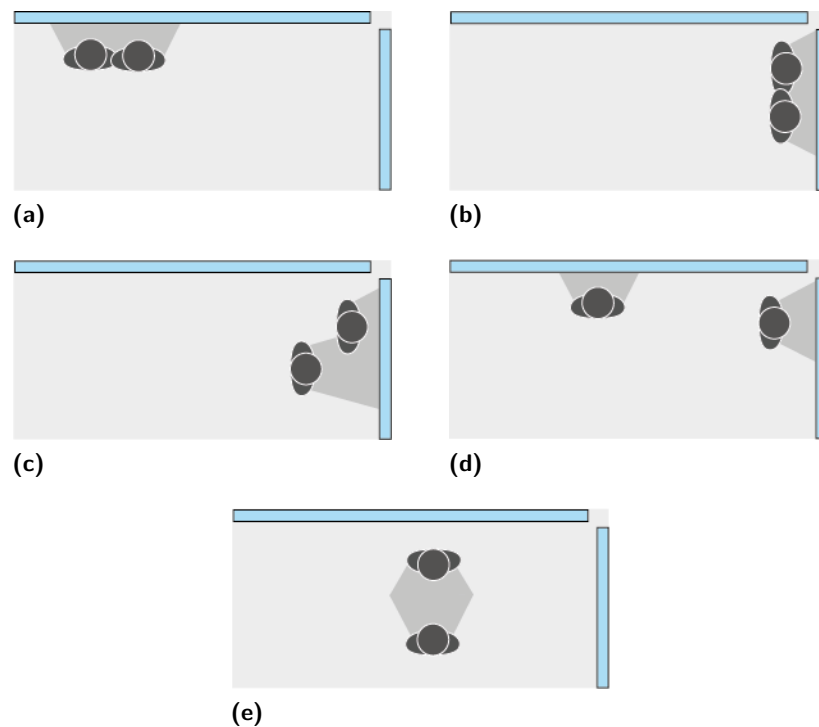
**Raumnutzung** Bei der Raumnutzung konnten Unterschiede zwischen den Aufgaben und zwischen den Gruppengrößen festgestellt werden. Der Raum vor den beiden Displays wurde in den beiden Aufgaben insbesondere von den 2er und 3er Gruppen unterschiedlich genutzt. Dabei konnte für drei Gruppen (G3 (2 P.), G4 (3 P.), G6 (2 P.)) festgestellt werden, dass die Gruppen während der Planungsaufgabe eher stationär an einigen Positionen im Raum standen. Bei Gruppe 4 (3 P.) waren dies zudem deutlich weniger Positionen, als bei den anderen Gruppen. In der Präsentation aufgabe nutzte diese Gruppe allerdings den gesamten Raum vor den Displays zum Arbeiten aus und verteilten sich im Raum. Die Unterschiede zwischen den Gruppen lassen sich in den Diagrammen in den Abbildungen 5.11 und 5.12 erkennen. In diesen Diagrammen sind die Positionen der Nutzer im Raum eingezeichnet. Die Diagramme der anderen Gruppen befinden sich im Anhang. Die beiden 4er Gruppen (G2, G5) nutzten hingegen in beiden Aufgaben den gesamten Raum aus. Dabei konnte beobachtet werden, dass sich Gruppe 2 sehr viel in der Ecke zwischen Surface Hub und Displaywand aufhielt, hingegen die Nutzer in Gruppe 5 teilweise sehr stark zerstreut im Raum standen.

## 5.5.2 Gruppenformationen und -positionen

Je nach Gruppengröße konnten bei der Bearbeitung der Aufgaben unterschiedliche Formationen und Positionierungen der Gruppen beobachtet werden.

Die 2er Gruppen arbeiteten viel nebeneinander am Surface Hub oder entfernt von der Displaywand. Auch eine versetzte Formation konnte beobachtet werden, die vorrangig am Surface Hub eingenommen wurde. Diese Formation ergab sich häufig dadurch, dass eine Person direkt am Surface Hub arbeitete und die andere Person am Tisch stand. Eine Gruppe (G3) arbeitete teilweise auch abgewandt voneinander, wenn beide Displays in Benutzung waren. Die Personen in dieser Gruppe standen sich außerdem beim Präsentieren des Ergebnisses gegenüber. Die typischen Formationen dieser Gruppen werden in Abbildung 5.13 auf Seite 79 abgebildet.

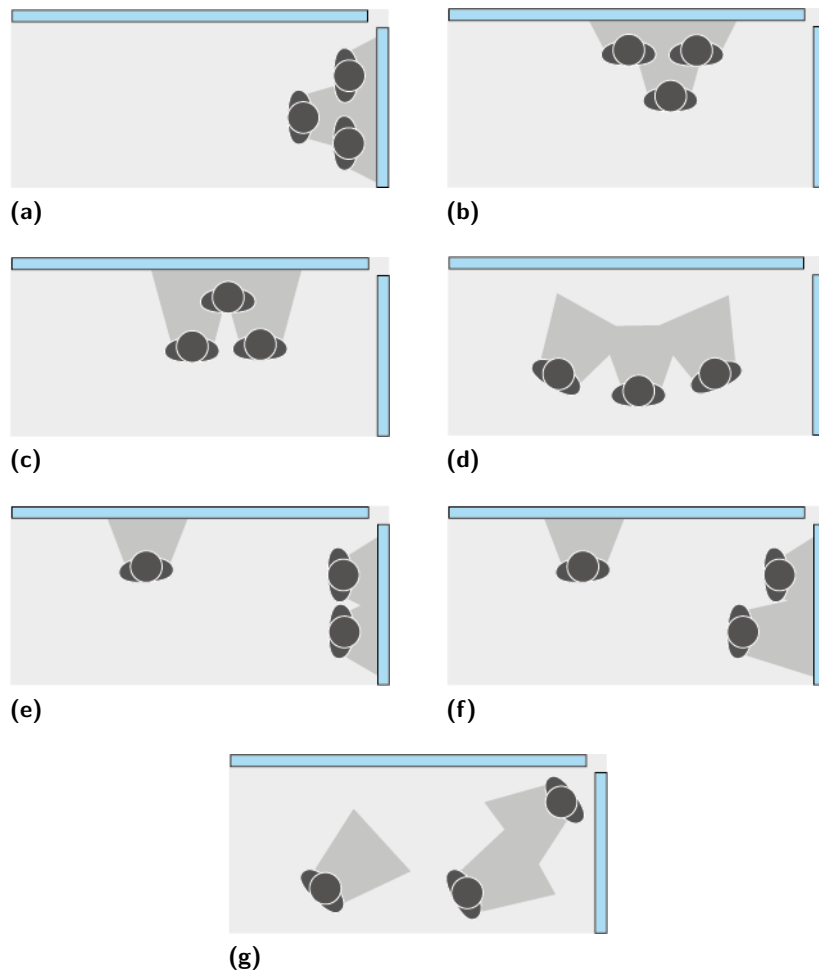
Die Formationen der 2er und 3er Gruppen unterschieden sich hauptsächlich von der Verteilung der Personen voneinander. Die 3er Gruppen arbeiteten ebenfalls versetzt zueinander. Diese Formation konnte dabei an beiden Displays beobachtet werden. Hierbei kam es vor, dass entweder zwei Personen am Display standen oder nur eine Person am Display stand und die anderen etwas versetzt im Hintergrund. Die Gruppen arbeiteten auch nebeneinander. Allerdings konnte diese Position nur entfernt vom Display beobachtet werden. Zur Betrachtung der Displays wurde vorwiegend ein Halbkreis vor dem Surface Hub oder der Displaywand gebildet. Durch die Aufteilung der Gruppen auf das Surface Hub und die Displaywand arbeiteten die Gruppen zudem abgewandt voneinander. Dabei ergab sich eine Teilgruppe, die



**Abbildung 5.13.:** Formationen der 2er Gruppen: (a) Nebeneinander an der Displaywand (b) Nebeneinander am Surface Hub (c) Versetzt zueinander am Surface Hub (d) Abgewandt voneinander (e) Gegenüber voneinander

entweder nebeneinander oder versetzt am Display arbeitete. Eine weitere Formation, die vermehrt in den 3er Gruppen genutzt wurde, diente zur Abstimmung zwischen den Nutzern. Dabei wendete sich eine Person zu den anderen Personen und stand dabei mit dem Rücken zur Displaywand. Die beschriebenen Formationen wurden von beiden Gruppen in der Präsentationsaufgabe und von einer Gruppe (G1) in der Planungsaufgabe eingenommen. Die andere Gruppe (G4) arbeitete in der Planungsaufgabe ausschließlich nebeneinander. Die verschiedenen Gruppenformationen der Gruppen werden in Abbildung 5.14 auf Seite 80 dargestellt.

Die 4er Gruppen nutzten hauptsächlich die selben Formationen wie die 3er Gruppen. Dabei arbeitete eine Gruppe (G2) viel abgewandt voneinander, da diese häufig beide Displays nutzte. Die entstandenen Teilgruppen arbeiteten nebeneinander oder versetzt zueinander. Hierbei trat außerdem eine Aufteilung auf, bei der drei Personen versetzt standen und eine Person einzeln. Während der Bearbeitung fand sich diese Gruppe zudem zeitweise zusammen, wobei sich die Teilnehmer in der Gruppe gegenüber standen und sich abstimmten. Außerdem gab es Phasen während der Bearbeitung, in denen alle Nutzer versetzt oder im Halbkreis am Surface Hub standen. Die Formation im Halbkreis hatte dabei den Vorteil, dass es eine freie Sicht auf das Display für alle Gruppenmitglieder gab. Diese Formation wurde zudem zur Präsentation des Ergebnisses eingenommen. Eine weitere 4er Gruppe (G5) stand da-



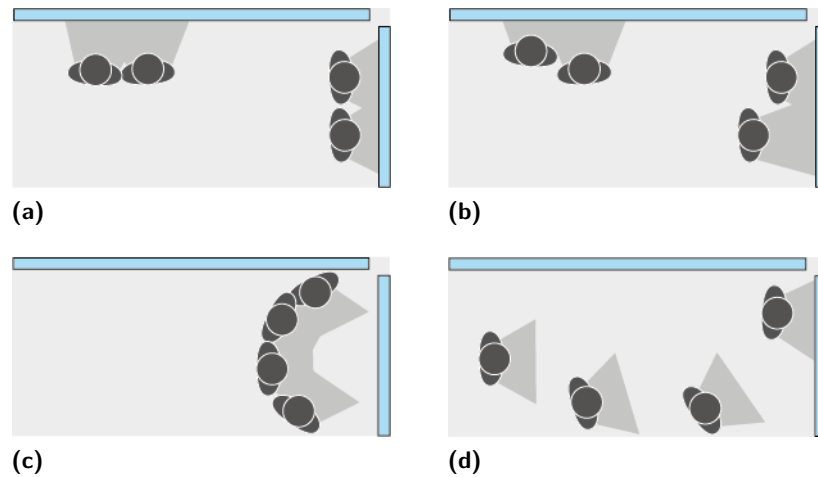
**Abbildung 5.14.:** Formationen der 3er Gruppen: (a) Versetzt am Surface Hub (b) Versetzt an der Displaywand (c) Versetzt an der Displaywand (d) Gruppe im Halbkreis vor der Displaywand (e) Nutzer abgewandt und Teilgruppen nebeneinander (f) Nutzer abgewandt und Teilgruppen versetzt (g) Nutzer sind sich zugewandt

her viel im Halbkreis am Surface Hub. Auch die versetzte Formation wurde teilweise eingenommen. Allerdings konnte dabei beobachtet werden, dass sich die Nutzer teilweise im Weg standen und nicht alle eine gute Sicht auf das Display hatten. Diese Gruppe stand außerdem sehr zerstreut im Raum. In Abbildung 5.15 auf Seite 81 werden die typischen Formationen der Gruppen schematisch dargestellt.

### 5.5.3 Territorialität und Nutzung von Displaybereichen

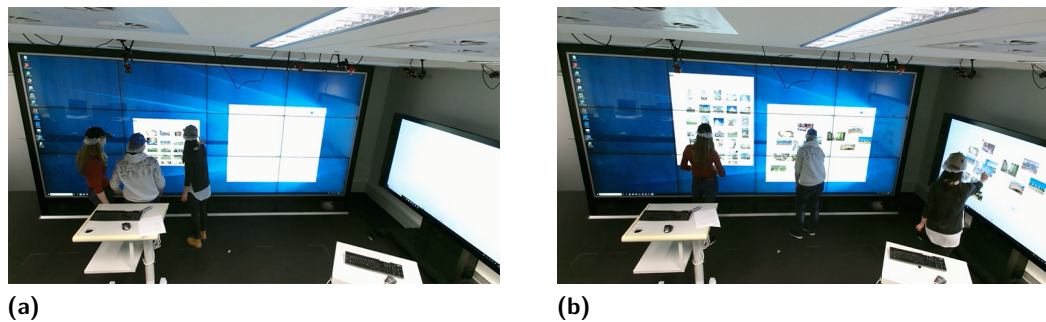
Während der Nutzung der beiden Displays konnten für die Gruppen keine Territorien in Form von privaten und öffentlichen sowie Ablagebereichen festgestellt werden. Die Teilnehmer nutzten die Bereiche auf den Displays gleichermaßen und wechselten sich bei der Nutzung ab.

Während der Studie konnten zwei verschiedene Nutzungen von Displaybereichen



**Abbildung 5.15.:** Formationen der 4er Gruppen: (a) Teilgruppen abgewandt und Teilgruppen nebeneinander (b) Teilgruppen abgewandt und Teilgruppen abgewandt (c) Gruppe im Halbkreis vor Surface Hub (d) Gruppe versetzt im Raum

beobachtet werden. Zum einen arbeiteten die Nutzer gemeinsam in gleichen Displaybereichen und zum anderen in getrennten Displaybereichen. Dies bedeutete, dass die Nutzer entweder in einem gemeinsamen Bereich der Displays arbeiteten oder in zwei oder mehreren unterschiedlichen Bereichen auf den Displays. Diese Situationen werden in Abbildung 5.16 abgebildet. Getrennte Arbeitsbereiche entstanden an den beiden Displays vor allem, wenn zwei Anwendungen nebeneinander auf dem Bildschirm geöffnet wurden.

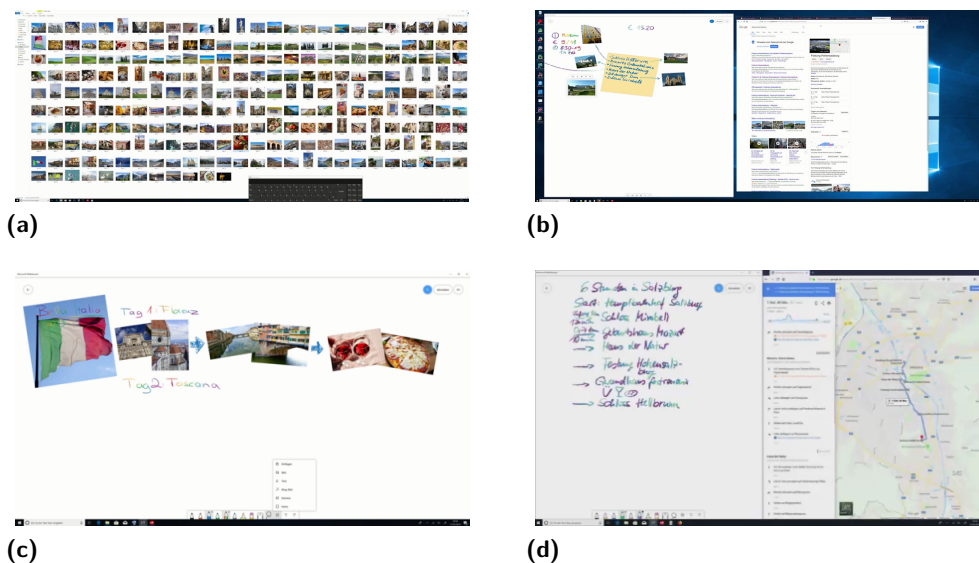


**Abbildung 5.16.:** Nutzung von Displaybereichen: (a) Gruppe 4 (3er Gruppe) nutzt einen gemeinsamen Displaybereich (b) Gruppe 4 (3er Gruppe) nutzt unterschiedliche Displaybereiche

An der Displaywand arbeiteten Nutzer von drei Gruppen (G1 (3 P.), G4 (3 P.), G5 (4 P.)) zeitweise in getrennten Displaybereichen. Dabei bot sich die Displaywand durch ihre Größe dafür an, mindestens zwei Anwendungen parallel zu öffnen und somit Aufgaben parallel zu bearbeiten (siehe Abbildung 5.17b). An der Displaywand wurde häufig auch in gleichen Displaybereichen gearbeitet (siehe Abbildung 5.17a). Bei Gruppe 4 (3 P.) konnte beobachtet werden, dass diese in der Präsentationsaufga-



be an der Displaywand zeitweise mit zwei Personen im gleichen Bereich und einer Person in einem anderen Bereich arbeiteten. Auch die Nutzer in den Gruppen 1 (3 P.) und 2 (4 P.) arbeiteten in der Präsentationssaufgabe teilweise parallel mit zwei Anwendungen an der Displaywand. Dabei konnte bei manchen Gruppen (G1 (3 P.), G4 (3P.)) beobachtet werden, dass Nutzer entweder beide nah am Display interagieren oder eine Person nah und eine Person entfernt mit dem Display interagiert. Am Surface Hub arbeiteten alle Gruppen am häufigsten im gleichen Displaybereich. Nur die Gruppen 2 (4 P.), 5 (4 P.) und 6 (2 P.) nutzten zeitweise getrennte Bereiche am Surface Hub (beispielsweise siehe Abbildung 5.17d ). Das Surface Hub bot sich allerdings eher dafür an, nur eine Anwendung über das gesamte Display zu öffnen, sodass keine parallele Arbeit mit zwei Anwendungen stattfinden konnte (siehe Abbildung 5.17c).



**Abbildung 5.17.:** Anwendungen auf den Displays: (a) Anwendung über das gesamte Wanddisplay (b) Zwei Anwendungen nebeneinander auf dem Wanddisplay (c) Anwendung über das gesamte Surface Hub (d) Zwei Anwendungen nebeneinander auf dem Surface Hub

Weiterhin konnte festgestellt werden, dass es in den Gruppen teilweise Beanspruchung eines Displays gab. In Gruppe 3 (2 P.) beanspruchte zu Beginn der Planungsaufgabe jede Person ein Display und arbeitete ausschließlich an diesem. Im Verlauf der Aufgabe wurde diese Aufteilung allerdings aufgehoben. Außerdem konnte bei Gruppe 4 (3 P.) beobachtet werden, dass eine Person ausschließlich mit dem Surface Hub arbeitete und dieses für sich beanspruchte. Auch in Gruppe 5 (4 P.) arbeitete eine Person hauptsächlich mit der Stifteingabe am Surface Hub und beanspruchte somit die Interaktion am Whiteboard.

Beanspruchung von Displaybereichen und des Surface Hubs konnte auch durch die Verwendung der verschiedenen Eingabemodalitäten beobachtet werden. Am



Surface Hub konnten Stift und Touch nicht parallel zur Mauseingabe genutzt werden. Dadurch ergaben sich Situationen (G1 (3 P.), G5 (4 P.), G6 (2 P.)) in denen eine Person durch die Eingabemodalität das Display für sich beanspruchte.

#### 5.5.4 Nutzung von synchronisierten Anwendungen

Die Whiteboard-Anwendung konnte durch die Synchronisation parallel auf beiden Displays genutzt werden. Somit konnten auch Änderungen auf dem jeweils anderen Display gesehen werden.

Die Gruppen 1 (3 P.) und 4 (3 P.) arbeiteten an beiden Displays teilweise parallel mit dem Whiteboard. Dabei konnte beobachtet werden, dass die Nutzer immer wieder auf das jeweils andere Display schauten. Dadurch konnten die Nutzer mitverfolgen, welche Änderungen am anderen Display vorgenommen wurden. In Gruppe 1 gleichen die Nutzer das Erarbeitete nach der parallelen Nutzung zudem miteinander ab. In Gruppe 4 entstanden vermehrt Konflikte bei der Nutzung des Whiteboards. Die Ursache dieser Konflikte war die Interaktionen mit gleichen Objekten ohne eine Abstimmung.

Für die Gruppen 2 (4 P.), 3 (2 P.) und 5 (4 P.) konnte beobachtet werden, dass Nutzer auf das synchronisierte Whiteboard an der Displaywand schauten. Dies diente dazu, um die Zusammenstellung mitzuverfolgen, sich abzustimmen, den Fortschritt zu verfolgen und bereits erarbeitete Informationen abzulesen.

#### 5.5.5 Displaynutzung

Während beider Aufgaben standen den Gruppen sowohl das Surface Hub als auch die Displaywand zur Verfügung. Die meisten Gruppen verwendeten in beiden Aufgabe beide Displays. Nur Gruppe 4 (3 P.) nutzte für die Planungsaufgabe ausschließlich das Surface Hub. Dies konnte allerdings auf die Probleme bei der Nutzung der Displaywand durch Ghost-Touches zurückgeführt werden, sodass die Gruppe nur ein Display nutzte.

Ein Unterschied zwischen den Gruppen konnte in der parallelen Nutzung der beiden Displays beobachtet werden. Dabei konnte festgestellt werden, dass die 2er Gruppen die Displays häufiger einzeln und nicht gleichzeitig nutzten. Hierbei wechselten die Gruppen immer wieder von einem zum anderen Display. Die 3er und 4er Gruppen hingegen nutzten die Displays vorwiegend gleichzeitig, sodass ein Teil der Gruppe am Surface Hub arbeitete und der andere Teil an der Displaywand. Diese Gruppen nutzten die beiden Displays daher aus, um Aufgaben parallel bearbeiten zu können. Diese Unterschiede werden in Abbildung 5.18 deutlich.

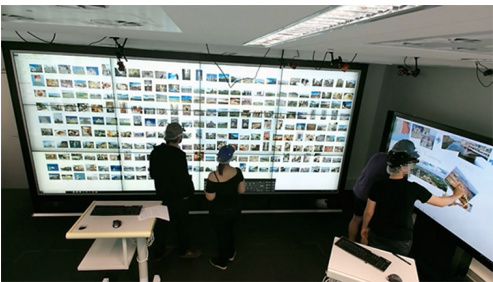
In manchen Phasen wurden die Displays auch von den 3er und 4er Gruppen einzeln genutzt. Dabei war die ausschließliche Nutzung des Surface Hub für die 4er Grup-



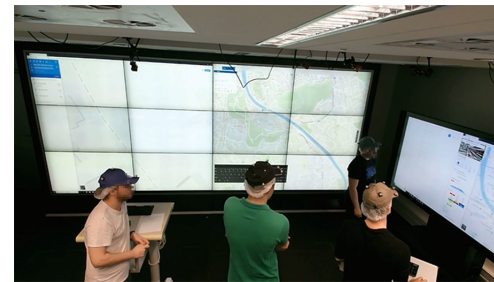
(a)



(b)



(c)



(d)

**Abbildung 5.18.:** Displaynutzung: (a) und (b) Displays werden von der 2er Gruppe getrennt genutzt (c) Displays werden von der 4er Gruppe parallel genutzt (d) Surface Hub wird von der 4er Gruppe gemeinsam genutzt

pen problematisch, da nicht alle Teilnehmer das Display erreichten. Dabei standen teilweise andere Nutzer im Weg und nicht alle Teilnehmer hatten eine gute Sicht auf das Display (siehe Abbildung 5.18d). Bei den 2er und 3er Gruppen konnten diese Probleme nicht beobachtet werden.

Bei der Nutzung der Displaywand gab es diese Probleme nicht, da die Größe des Displays es ermöglichte, dass alle Teilnehmer eine gute Sicht hatten.

Bei der parallelen aber auch einzelnen Nutzung der beiden Displays gab es immer wieder Wechsel zwischen den Displays. Dabei konnte beobachtet werden, dass die Nutzer von einem Display zur Nutzung von zwei Displays wechselten, um die Aufgaben aufzuteilen und parallel an den Aufgaben zu arbeiten. Vom Arbeiten an zwei Displays wurde hingegen an ein Display gewechselt, um gemeinsam zu arbeiten, zu diskutieren, zu präsentieren oder auch zum Abgleichen des Fortschritts.

Die Wechsel zwischen der ausschließlichen Nutzung des Surface Hub oder der Displaywand ergaben sich durch die Rollen der Displays. Dabei wurde das Surface Hub genutzt, da an diesem Display die Zusammenstellung am Whiteboard stattfand. Die Gruppen nutzten das Surface Hub allerdings auch, wenn es an der Displaywand technische Probleme gab und nicht weiter an der Aufgabe gearbeitet werden konnte. Zur Nutzung der Displaywand wurde hingegen gewechselt, da an diesem Display recherchiert wurde und relevante Informationen oder Bilder angezeigt wurden. Außerdem wurde beobachtet, dass Personen auch zum Helfen bei einem technischen Problem zur Displaywand wechselten.

### 5.5.6 Rollen der Displays

Die Rollen der Displays wurden in beiden Aufgaben durch die technischen Beschränkungen an der Displaywand und die zur Verfügung stehenden Stifte am Surface Hub bestimmt. Daher können die Ergebnisse der Analyse nur als Tendenzen für die Rollen der Displays gesehen werden.

In der Planungsaufgabe wurde die Displaywand hauptsächlich zum Recherchieren und zum Anzeigen der recherchierten Informationen genutzt. Dies hatte den Vorteil, dass die Informationen bei der Zusammenstellung immer wieder abgerufen werden konnten. Die Displaywand wurde daher in dieser Aufgabe als Anzeige und Hilfsdisplay genutzt.

Die Rolle des Surface Hub war in dieser Aufgabe die des Arbeitsdisplays für die Gruppen. Am Surface Hub wurden dabei die Ergebnisse mit dem Whiteboard zusammengestellt und recherchiert.

In der Präsentationsaufgabe hatte die Displaywand ebenfalls die Rolle des Hilfsdisplays zur Anzeige der Bilder und für den Überblick über die Bilder. Einige Gruppen (G4 (3 P.), G6 (2 P.)) verwendeten die Displaywand auch zum Einfügen der Bilder ins Whiteboard. Außerdem präsentierte eine Gruppe (G4 (3 P.)) das Ergebnis an der Displaywand.

Das Surface Hub wurde von allen Gruppen zum Zusammenstellen der Collage und zum Einfügen der Bilder verwendet. Außerdem präsentierten fünf der sechs Gruppen ihr Ergebnis am Surface Hub. Auch in dieser Aufgabe wurde das Surface Hub als Hauptdisplay zum Arbeiten genutzt.

### 5.5.7 Diskussion der Verhaltensweisen vor und auf den Displays

Im folgenden Abschnitt werden die Ergebnisse der Nutzung vor und auf den Displays diskutiert und mit den Erwartungen (siehe Abschnitt 4.4) verglichen.

**Proxemik** In Bezug auf die Proxemik wurden im Vorfeld der Studie keine Erwartungen festgeschrieben. In der Studie wurden dahingehend die Distanzen zu den Displays und zwischen den Nutzern betrachtet, die schon in der Klassifikation in Kapitel 3 beschrieben wurden. Dabei wurde für die Distanzen zwischen den Nutzern die Einteilung der Zonen nach Hall [Hal69] verwendet. Für die Distanzen zu den Displays wurden drei in der Klassifikation angegebenen Zonen genutzt, deren Ausdehnung (Displaywand: sehr nah: < 100 cm, nah: 100 cm - 200 cm, entfernt: > 200 cm; Surface Hub: sehr nah: < 100 cm, nah: 100 cm - 150 cm, entfernt: > 150 cm ) an die beiden verwendeten Displays angepasst wurde.

Die Gruppen arbeiteten dabei vor allem viel Zeit in den nahen, aber auch entfernten Zonen vor den Displays. Weniger Zeit wurde in den sehr nahen Zonen vor den Displays verbracht. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Gruppen insgesamt eher in Abstand zu den Displays arbeiteten und nur einzelne Personen sehr nah standen. Dies ergab sich durch die verschiedenen Interaktionsmöglichkeiten und Aufgabenteilungen. Zum einen konnten Maus und Tastatur aus der Entfernung und zum anderen Touch und Stifte direkt auf dem Display genutzt werden. Die Interaktionsmöglichkeiten bestimmten zudem, dass sich mehr sehr nah am Surface Hub als an der Displaywand aufgehalten wurde. Am Surface Hub wurde vor allem Touch und die Stiftinteraktion zum Schreiben am Whiteboard genutzt. Nutzer, die eher entfernt von den Displays standen, haben kaum mit den Displays interagiert. Diese nutzten den Abstand, um einen Überblick über die Displays zu haben und Anweisungen oder Hinweise zu geben.

Die Distanzen zwischen den Nutzern ergaben sich durch das Setup und den begrenzten Raum sowie durch das Verhältnis zwischen den Personen. Die Nutzer in den Gruppen verbrachten die meiste Zeit in der persönlichen Distanz. Dies deutet auf das persönliche Verhältnis zwischen den Personen und die vertraute Kommunikation untereinander. Die Unterschiede zwischen einigen Gruppen ergaben sich daher durch das Verhältnis zwischen den Personen und wie gemeinsam als Gruppe im Raum gearbeitet wurde. Durch die Nutzung des gesamten Raumes ergaben sich größere Distanzen zwischen den Nutzern. Mit der Aufteilung von Aufgaben ergab es sich, dass die Gruppen sich im Raum bewegen mussten. Besonders größere Gruppen benötigten den gesamten Raum. Im Gegensatz dazu hatten Nutzer geringe Distanzen zueinander, wenn diese stationär an einigen Positionen arbeiteten. Dabei wurde gemeinsam an bestimmten Aufgaben gearbeitet.

**Displaynutzung und Gruppenformationen** Vor der Studie waren die Erwartungen zur Displaynutzung, dass Kleingruppen vorwiegend an einem Display gemeinsam arbeiten und bei größeren Gruppen beide Displays genutzt werden. Im Verlauf der Studie konnte festgestellt werden, dass in allen Gruppengrößen beide Displays genutzt wurden.

Dabei konnte beobachtet werden, dass auch die 2er Gruppen beide Displays zum Arbeiten verwendeten. Dies half den Gruppen, um verschiedene Teilaufgaben parallel zu bearbeiten. Zudem wurden die beiden Displays genutzt, da neue Möglichkeiten zum Arbeiten geschaffen wurden, wie beispielsweise die Anzeige von Informationen auf einem Display und das Arbeiten am anderen Display. Die 2er Gruppen nutzten zum gemeinsamen Arbeiten teilweise auch nur ein Display. Dabei konnte im Gegensatz zu den Erwartungen festgestellt werden, dass die Gruppen nicht vorrangig nebeneinander arbeiteten. Durch die verschiedenen Interaktionsmöglichkeiten ergaben sich Formationen, bei denen die Nutzer versetzt zueinander standen. Bei der Nutzung beider Displays arbeiteten die Nutzer zudem abgewandt voneinander.

Dabei konnte für diese Kleingruppen festgestellt werden, dass diese nicht vorrangig mit einem Display arbeiteten, sondern die zur Verfügung stehenden Möglichkeiten an den beiden Displays ausnutzten.

Für die größeren Gruppen konnte beobachtet werden, dass durch die Bildung von Teilgruppen beide Displays genutzt wurden. Dabei ergab sich, dass die Teilgruppen jeweils an einem Display arbeiteten und dabei abgewandt zueinander standen. Hierbei fand zudem immer wieder Blickkontakt und ein Austausch zwischen den Teilgruppen statt, sodass diese Formationen immer wieder aufgelöst wurden. In einigen Phasen arbeiteten diese Gruppen auch an nur einem Display im Halbkreis oder versetzt zueinander. Insbesondere für größere Gruppen eignete sich die Aufteilung auf die beiden Displays, um Aufgaben aufzuteilen und parallel zu arbeiten. Durch die Möglichkeit mit den Displays zu interagieren, konnten zudem alle Nutzer an der Erarbeitung beteiligt werden.

Insgesamt kann davon ausgegangen werden, dass immer zwei Displays genutzt werden, wenn diese zur Verfügung stehen.

**Displaybereiche** Vor der Studie wurden keine Erwartungen zu den Displaybereichen festgeschrieben, aber in der Studie wurden Erkenntnisse dazu gewonnen, die bereits in der Klassifikation in Kapitel 3 beschrieben wurden.

Demnach konnten teilweise zwei verschiedene Displaybereiche bei der Nutzung der Displays beobachtet werden. Zum einen arbeiteten die Nutzer in gemeinsamen Bereichen auf den Displays. Dies konnte vor allem für das Surface Hub beobachtet werden. Die Größe des Displays erlaubt es, eine Anwendung über das gesamte Display zu öffnen, um damit zu interagieren.

Auf der Displaywand hingegen wurden häufiger getrennte Displaybereiche genutzt. Dies lässt sich ebenfalls auf die Größe zurückführen. Die Displaywand eignet sich dazu, zwei oder mehrere Anwendungen nebeneinander zu öffnen und somit zwei Arbeitsbereiche zur Verfügung zu stellen. Diese getrennten Bereiche wurden genutzt, um Aufgaben parallel an einem Display zu bearbeiten.

Die Verwendung von zwei Displays und zusätzlich verschiedenen Arbeitsbereichen ermöglicht es, Aufgaben in Gruppen zu verteilen und an unterschiedlichen Unteraufgaben zu arbeiten.

**Rollen der Displays** In Bezug auf die Rollen der Displays waren die Erwartungen vor der Studie, dass die Displaywand in beiden Aufgaben als Hauptdisplay und das Surface Hub als Display für Nebenaufgaben genutzt wird. Zudem wurde erwartet, dass sich durch die Verwendung der Stifte am Surface Hub andere Anwendungsmöglichkeiten als an der Displaywand ergeben. Die erwarteten Rollen der beiden Displays konnten in der Studie in umgekehrter Weise beobachtet werden. In der Studie wurde das Surface Hub als Arbeitsdisplay genutzt, auf dem die Lösung zusam-

mengefügt und in der Präsentationsaufgabe die Collage zusammengestellt wurde. Außerdem wurde durch die Möglichkeit der Interaktion mit den Stiften an diesem Display bevorzugt mit dem Whiteboard gearbeitet und handschriftlich beschriftet. Die Displaywand trat in der Studie eher als Hilfsdisplay auf. Auf diesem Display wurde in der Planungsaufgabe recherchiert und Informationen angezeigt, um diese für die Zusammenstellung abrufen zu können. In der Präsentationsaufgabe wurde die Displaywand zum Anzeigen der Bilder für einen Überblick und die Auswahl der Bilder verwendet.

Diese Rollen für die Displays müssen in der Studie durch die technischen Probleme mit der Displaywand differenziert betrachtet werden. Dabei wurde das Surface Hub als Hauptdisplay verwendet, da es Probleme bei der Nutzung der Displaywand gab. Zudem standen nur am Surface Hub Stifte zur Interaktion mit dem Whiteboard zur Verfügung. Dies erleichterte die Erarbeitung der Ergebnisse. Insgesamt kann allerdings davon ausgegangen werden, dass sich durch die Nutzung von zwei Displays immer unterschiedliche Rollen und Möglichkeiten für die Displays ergeben.

## 5.6 Bewertung des Setups und der Anwendungen

In den Fragebögen wurden die Teilnehmer ( $N = 18$ ) aufgefordert das Setup und die Anwendungen für das Zusammenarbeiten als Gruppe einzuschätzen. Die Anwendungen wurden für das gemeinsame Arbeiten durch die Teilnehmer in der Planungsaufgabe als hilfreich ( $M = 0,94$ ,  $SD = 0,85$ , Skala 0 - 4) und in der Präsentationsaufgabe als teilweise hilfreich ( $M = 1,5$ ,  $SD = 1,26$ , Skala 0 - 4) eingeschätzt. Wobei einige Teilnehmer die Anwendungen als sehr hilfreich (6 bzw. 5 Personen) und andere Teilnehmer die Anwendungen als nicht (4 Personen) bis gar nicht hilfreich (1 Person) bewerteten. Die Einschätzung als nicht oder gar nicht hilfreich wurde von einigen Teilnehmer mit „Kein richtiger Multiuser Support“ (G2 (4 P.)), „Technische Probleme machen das gemeinsame Arbeiten schwierig“ (G4 (3 P.)) und „Software nicht wirklich auf Kollaboration angelegt“ (G5 (4 P.)) begründet. Daher können die verwendeten Anwendungen differenziert betrachtet werden. Zum einen eignen sich diese gut für die Erledigung von verschiedenen Aufgaben, wie der Browser zur Recherche oder das Whiteboard zum Zusammenfügen von Ergebnissen. Zum anderen sind die Anwendungen für das kollaborative Arbeiten nicht ausgereift und müssen durch entsprechende Funktionalitäten ergänzt werden, um durch mehrere Nutzer verwendet werden zu können.

Die Displays wurden für das gemeinsame Arbeiten durch die Teilnehmer in beiden Aufgaben als hilfreich (Planungsaufgabe:  $M = 1,41$ ,  $SD = 0,97$ , Skala 0 - 4; Präsentationsaufgabe:  $M = 1,22$ ,  $SD = 1,13$ , Skala 0 - 4) eingeschätzt. Wobei einige Teilnehmer die Displays als wenig hilfreich (jeweils 3 Personen) bewerteten. Begründungen für diese Einschätzung waren „Geht auch gut an einem Bildschirm“

(G5 (4 P.)) und „Bis auf die Verwendung des Stiftes am Hub wäre alles auf normalem Display ähnlich gut umsetzbar gewesen“ (G5 (4 P.)). Diese Einschätzungen geben Rückschlüsse darauf, dass das Setup gut zum Arbeiten in Teams genutzt werden kann und für Bearbeitung von kollaborativen Aufgaben hilfreich ist. Allerdings muss die Verwendung dieses Setups für bestimmte Aufgaben weiterentwickelt werden, um einen Mehrwert gegenüber einem Display für die Nutzer bieten zu können. Positiv wurde dahingehend beispielsweise die Stiftinteraktion mit dem Surface Hub genannt, die das Schreiben erleichtert hat.

Das Setup aus dem Surface Hub, der Displaywand und den zur Verfügung stehenden Anwendungen wurde von den Teilnehmern insgesamt für beide Aufgaben als teilweise hilfreich (Planungsaufgabe:  $M = 1,61$ ,  $SD = 0,89$ , Skala 0 - 4; Präsentationsoaufgabe:  $M = 1,72$ ,  $SD = 1,24$ , Skala 0 - 4) bewertet. Für die Planungsaufgabe schätzten einige Teilnehmer das Setup als sehr hilfreich (2 Personen) und andere Teilnehmer das Setup als wenig hilfreich (3 Personen) ein. Eine Bewertung als sehr hilfreich wurde begründet mit: „Ignoriert man die technischen Schwierigkeiten auf der Displaywall wäre das ein sehr effektives Setup.“ (G1 (3 P.)). Begründungen für die Einschätzung als wenig hilfreich waren „Nur eines der Displays wurde benötigt“ (G4 (3 P.)) und „Aufgrund der Wall-Probleme war es praktisch Single-Monitor-Setup, immer noch voll ausreichend“ (G5 (4 P.)). Für die Präsentationsoaufgaben bewerteten einige Teilnehmer das Setup als sehr hilfreich (4 Personen) und andere Teilnehmer das Setup als wenig (5 Personen) bis gar nicht hilfreich (1 Person). Begründungen für die Einschätzung als wenig hilfreich waren: „Potentiell gute Idee, aber zu viele technische Probleme“ (G2 (4 P.)), „Hätte vermutlich auch nur an der großen Wall alleine funktioniert“ (G5 (4 P.)) und „Nicht besonders geeignet für das Heraussuchen + Erstellen von Collagen“ (G4 (3 P.)). Aus diesen Einschätzungen ergibt sich, dass das Setup und die entsprechenden Aufgaben, die in diesem Setup bearbeitet werden, angepasst werden müssen. Die Teilnehmer benannten allerdings das Potenzial der Nutzung dieses Setups aus zwei Displays. Die Schwierigkeiten ergaben sich für die Nutzer aus den technischen Problemen, die für eine potenzielle Weiternutzung behoben werden müssen. Dabei ist außerdem von Bedeutung, dass entsprechende Aufgabenbereiche gefunden werden müssen, die die Nutzung von zwei Displays rechtfertigen und einen Mehrwert für das Setup gegenüber einem Display bringen.

## 5.7 Verbesserungswünsche und weitere Anwendungsfälle

Aus dem Gespräch mit den Teilnehmern nach der Nutzung des Setups ergaben sich einige Verbesserungswünsche an das Setup mit den beiden Displays und den Anwendungen. Außerdem wurden von den Teilnehmern weitere Anwendungsfälle vorgeschlagen.

**Unterstützung von Kollaboration** Zum einen wünschen sich die Nutzer eine bessere Unterstützung der Kollaboration zum gleichzeitigen Arbeiten an den beiden Displays. Dazu wurden die Unterstützung von Multitouch durch die Anwendungen, mehrere Fokusse für die Mausbedienung auf verschiedene Anwendungen und getrennte Arbeitsbereiche auf der Displaywand vorgeschlagen. Die Anwendung sollen dahingehend das parallele Arbeiten an den Displays mit verschiedenen oder auch gleichen Eingabemodalitäten unterstützen.

**Synchronisation von Anwendungen** Einige Teilnehmer merkten an, dass die ständige Synchronisierung des Whiteboards teilweise störend war und diese sich eher getrennte Whiteboards gewünscht hätten. Daher entstand der Wunsch zum einen getrennte Whiteboards auf den Displays zur Verfügung zu stellen und zum anderen den Zeitpunkt der Synchronisation bestimmbar zu machen. Außerdem sollte bei der Synchronisation der Anwendung erkenntlich gemacht werden, wenn eine Person mit einem Objekt interagiert, um Konflikte zu vermeiden. Vorgeschlagen wurden dabei Markierungen bzw. Awareness-Tools, wie diese bereits im Whiteboard beim Bewegen von Objekten genutzt werden. Weiterhin wurde angemerkt, dass die Synchronisation in Echtzeit geschehen sollte, um Verzögerungen zu vermeiden.

**Weitere Anwendungsfälle** Des Weiteren wurden von den Gruppen mögliche Anwendungsfälle genannt, die für die Displays geeignet wären. Dabei wurden unter anderem klassische Aufgaben genannt. Dazu zählen die Organisation von Dateien und Bilder, das Erstellen von Übersichten, schnelles Filtern von Informationen sowie die Fotobearbeitung und -präsentation. Weiterhin wurden mögliche Anwendungsfälle vorgeschlagen, die man zu den kollaborativen Aufgaben zuordnen kann. Die Teilnehmer nannten dabei das gemeinsame Brainstorming, die Datenanalyse (Überblick + Notizen), Terminplanung von größeren Gruppen, Multiplayer Spiele und erschaffende Kunst. Einige Vorschläge bezogen sich außerdem auf Aufgaben, bei denen größere Gruppen beteiligt sein können. Dazu zählen Präsentationen, Unterricht und Lehrveranstaltungen sowie Seminare und Videokonferenzen.



## Zusammenfassung und Ausblick

Diese Arbeit untersuchte Verhaltensweisen bei der kollaborativen Arbeit an zwei Großdisplays. Zunächst wurde auf den aktuellen Forschungsstand im Bereich der interaktiven Großdisplays eingegangen. Interaktive Großdisplays sind in Unternehmen und in der Forschung gegenwärtig und haben dort das Potential, herkömmliche Displays und Arbeitsweisen abzulösen. Diese Displays bieten sich in Besprechungs- oder Strategieszenarien an, um Daten, Materialien und Ideen räumlich zu organisieren und darzustellen. Daher hat die Forschung (u.a. [Gre+11], [LKD19], [Sch+12]) Interesse daran, geeignete Interaktionstechniken, Setups und Anwendungen zu entwickeln, um diese neu gegebenen Möglichkeiten auszunutzen.

Verschiedene Arbeiten (u.a. [Aza+12], [Gre+11], [JH14]) beschäftigten sich zudem mit der Kollaboration an interaktiven Displays. Dabei untersuchten und kategorisierten diese Arbeiten menschliche Verhaltensweisen. Als einen Ansatzpunkt wurden die Distanzen der Proxemik nach Hall [Hal69] vorgestellt. Auf diese Distanzen nahmen viele Arbeiten (u.a. [Aza+12], [JH16], [JLK08]) Bezug und übertrugen diese auf verschiedene Anwendungsfälle.

Weitere Verhaltensweisen, die in Forschungsarbeiten betrachtet wurden, sind die Distanzen zu Displays [JLK08], Formationen von Gruppen [Aza+12], Kollaborationsstile und -strategien [Tan+06] sowie Verhaltensweisen auf den Displays [SCI04]. Insgesamt konnte mit der Analyse der Literatur festgestellt werden, dass ein Gesamtblick auf die Verhaltensweisen bei der Interaktion an interaktiven Displays fehlt. Daher wurde ausgehend von den Kategorisierungen und Erkenntnissen der aktuellen Forschungsarbeiten eine Klassifikation erstellt. Diese soll es ermöglichen, verschiedene Verhaltensweisen abzugrenzen und einzuordnen.

Weiterhin betrachtete diese Arbeit das Arbeiten in Multi-Display-Umgebungen. Dazu folgte eine Auseinandersetzung mit Arbeiten (u.a. [Wig+09], [PS09], [Gey+11]), die verschiedene Displayumgebungen betrachteten und unterschiedliche Rollen der Displays herausstellten. Mit der Betrachtung dieser Arbeiten ließ sich feststellen, dass gegenwärtig wenige Kenntnisse zum Nutzerverhalten bei der Kollaboration an zwei vertikalen Großdisplays vorhanden sind.

Daher wurde eine Beobachtungsstudie geplant und durchgeführt, die Kenntnisse zu Verhaltensweisen in und Anforderungen an Setups mit zwei vertikalen Großdisplays untersuchte. Die Ergebnisse der Studie wurden in dieser Arbeit beschrieben und interpretiert. Aus der Analyse und Interpretation ergab sich, dass das Setup aus zwei Großdisplays für das kollaborativen Arbeiten in Teams Potential hat. Dieses

Setup kann einen Mehrwert und positiven Effekt für das Arbeiten bringen, wenn Anwendungen, Interaktionsmöglichkeiten und Aufgabenbereiche daran angepasst werden.

## 6.1 Fazit

Die durchgeführte Beobachtungsstudie brachte Erkenntnisse für die Zusammenarbeit, Kommunikation, Raumnutzung und Displaynutzung beim kollaborativen Arbeiten in einem Setup mit zwei Großdisplays.

Die Verwendung von zwei vertikalen Großdisplays eignet sich dazu, verschiedene Aufgaben kollaborativ in Teams zu erarbeiten und unterstützt dabei unterschiedliche Arbeitsweisen. Zum einen fördert das Setup die Kommunikation und Zusammenarbeit durch die zur Verfügung stehenden Arbeitsflächen. Zum anderen können Aufgaben auch aufgeteilt und individuell bearbeitet werden. Insgesamt konnte herausgestellt werden, dass die beiden Displays dafür sorgten, dass alle Personen eines Teams an der Bearbeitung beteiligt werden konnten.

Das Setup hat den Vorteil, dass zwei Displays zur Verfügung stehen, die in unterschiedlichen Weisen genutzt werden können. In der Studie konnte festgestellt werden, dass die Displays verschiedene Rollen einnehmen, die bei der Arbeit unterstützen können und über das hinausgehen, was mit herkömmlichen Displays erreicht werden kann. Somit werden räumliche und mentale Trennungen von Inhalten möglich, die bei der Erarbeitung helfen. Diese Erkenntnisse müssen durch die technischen Probleme an der Displaywand und die unterschiedliche Handhabung der Displays differenziert betrachtet werden. Die Displays konnten nicht gleichermaßen zum Arbeiten genutzt werden und es wurde immer wieder zur Verwendung des Surface Hub als Arbeitsdisplay übergegangen. Ohne diese technischen Probleme kann angenommen werden, dass die Displaywand häufiger in die Arbeit einbezogen wird. Zudem kann mit einer funktionierenden Displaywand besser parallel gearbeitet und das Whiteboard gleichzeitig verwendet werden. Dies kann in den Gruppen eine bessere Arbeitsteilung bewirken. Außerdem können sich durch die gleichmäßigere Nutzung die Rollen der Displays verschieben, sodass die Displaywand als Hauptarbeitsdisplay genutzt wird.

Weiterhin ergab die Studie, dass das Arbeiten in diesem Setup für Kleingruppen Vorteile brachte. Insbesondere durch die Bildung von Teilgruppen zur Aufgabenteilung konnten die Möglichkeiten der Displays ausgeschöpft werden, um effektiv zu arbeiten.

Die Ergebnisse in den Gruppen wurden nicht nur durch die Schwierigkeiten mit dem Setup beeinflusst, sondern auch durch die unterschiedlichen Gruppen. Dabei nahm eine Gruppe (G2) an der Studie teil, die vertraut im Umgang mit den Displays war. Daher hatten die Teilnehmer in dieser Gruppe weniger Berührungsängste mit den

Displays, als die Teilnehmer, die diese das erste Mal benutzten. Außerdem konnten in einigen betrachteten Aspekten kaum Unterschiede zwischen den Gruppen und Gruppengrößen mit zwei, drei und vier Personen festgestellt werden. Daher wären für eine differenziertere Betrachtung der Ergebnisse mehr Gruppen für die Studie von Vorteil gewesen. Insgesamt muss das verwendete Setup aus zwei Großdisplays angepasst werden, damit dieses von den Nutzern positiver wahrgenommen wird und effektiv als Arbeitsumgebung genutzt werden kann.

## 6.2 Ausblick

Im folgenden Abschnitt werden Schlussfolgerungen und mögliche Erweiterungen sowie Verbesserungsmöglichkeiten diskutiert.

**Aufgaben und Anwendungsmöglichkeiten** Die Studie hat gezeigt, dass sich das Setup aus zwei Großdisplays für das Erarbeiten von kollaborativen Aufgaben eignet. In der Studie wurden dabei einfache Planungs- und Präsentationsaufgaben genutzt, deren Unteraufgaben und Komplexität für weitere Untersuchung ausgebaut werden können. Darüber hinaus sind weitere kollaborative Aufgaben wie Sensemaking-Aufgaben, Organisationsaufgaben, Datenanalysen und Brainstorming für dieses Setup vielversprechend. Insbesondere muss das Setup für die Aufgaben einen Mehrwert gegenüber der Nutzung an einem Display bringen.

**Displays und Aufbau** In der Studie standen zwei Displays zur Verfügung, die von der Handhabung und in ihrer Größe sehr unterschiedlich sind. Zudem gab es an der Displaywand zusätzlich technische Probleme. Diese sollten bei weiteren Untersuchungen vermieden werden, da diese das Arbeiten behindern, sodass Frust bei den Nutzern entsteht. Zudem werden dadurch die Ergebnisse der Untersuchungen beeinflusst. Außerdem sollten die verwendeten Displays eine ähnliche Handhabung haben. Zum einen kann dies bewirkt werden, indem an beiden Displays die gleichen Interaktionsmöglichkeiten bereitgestellt werden. Maus und Tastatur sind dabei für Aufgaben nützlich, bei denen gesucht und Eingaben gemacht werden müssen. Zudem sollte auch an der Displaywand die Stiftinteraktion ermöglicht werden, um Anwendungen wie das Whiteboard besser nutzen zu können. Zum anderen wären zwei gleiche Displays denkbar, die mit den gleichen technischen Voraussetzungen ausgestattet sind. Beispielsweise sind zwei Surface Hubs für weitere Untersuchungen vielversprechend. Weitere Studien können zudem die Nutzung eines Tabletops und eines Surface Hubs untersuchen und somit an bereits existierende Studien anknüpfen.

Weiterhin können Untersuchungen an die Studie von Su et al. [RES05] anknüpfen und untersuchen wie diese Displays angeordnet werden können und welche

Vorteile sich für die Nutzung daraus ergeben. Mobile Displays können dabei die Untersuchungen unterstützen.

**Nutzergruppen** Die Gruppen, die an der Studie teilgenommen haben, beschränkten sich auf 2er, 3er und 4er Gruppen. Weitere Untersuchungen können daran ansetzen, dass weitere Gruppen und vor allem größere Gruppen mit bis zu fünf Personen untersucht werden. Weitere Gruppen können die Ergebnisse bestätigen oder differenzieren und weitere Unterschiede zwischen den Gruppen hervorbringen. In Bezug auf andere Aufgaben- und Anwendungsbereiche, wie Analyseaufgaben ist zudem eine Untersuchung von Expertenteams denkbar. Dabei kann das Nutzerverhalten und die Nutzung sowie Rollen der Displays zwischen Laien und Experten verglichen werden.

**Software** In der Studie wurden Anwendungen genutzt, die Kollaboration nicht unterstützen und dabei nur wenig für das kollaborative Arbeiten geeignet waren. Ausschließlich das Microsoft Whiteboard fungierte als kollaborative Anwendung mit Ansätzen für kollaborative Funktionalitäten.

Für weitere Studien müssen Anwendungen entwickelt werden, die das kollaborative Arbeiten mit zwei Großdisplays unterstützen. Dabei sollten die Anwendungen auf mehreren Geräten und für unterschiedliche Nutzer synchronisiert werden können. Zudem ist von Bedeutung, dass das System Nutzer unterscheiden kann, damit das Display gleichzeitig genutzt werden kann und verschiedene Arbeitsbereiche parallel genutzt werden können. Außerdem sollten Awareness-Funktionen bereitgestellt werden, sodass Nutzer ohne Konflikte mit synchronisierten Anwendungen interagieren können. Zudem ist für die Anwendungen die Unterstützung von Multitouch wesentlich, damit mehrere Nutzer gleichzeitig interagieren können.

Die verwendeten Anwendungen müssen insgesamt an das Setup und die Arbeitsbereiche angepasst werden, um effektiv für das kollaborative Arbeiten in Teams genutzt werden zu können. Dazu werden konkrete Anforderungen benötigt, die durch weitere Studien untersucht werden können. Von Interesse ist außerdem, welche Awareness-Tools für die Displays und die Anwendungen relevant sind. In einigen Arbeiten (u.a. [SHAAM14], [Wal+09], [Zag+16]) wurden für Multi-Display-Umgebungen bereits Awareness-Tools verwendet bzw. beschrieben.

**Klassifikation von Verhaltensweisen** In dieser Arbeit wurde eine Klassifikation von Verhaltensweisen bei der kollaborativen Arbeit an interaktiven Displays erstellt, die auf den Erkenntnissen der bereits existierenden Forschungsarbeiten basiert. Mit der Durchführung von weiteren Untersuchungen können die Kenntnisse zu Verhaltensweisen beim Arbeiten an zwei Großdisplays gefestigt werden. Diese Erkenntnisse können dann in eine erneute Klassifikation einfließen, die an das Setup angepasst ist und die Verhaltensweisen spezifiziert.

# Anhang

Im Anhang der Arbeit werden die Materialien der Datenerhebung und zusätzliche Tabellen und Abbildungen der Ergebnisse bereitgestellt.

## Datenerhebung

In diesem Teil des Anhanges werden die Fragebögen und eine Tabelle für die Datenerhebung dargestellt.

### Fragebögen

Im Folgenden sind die Fragebögen für die Erhebung der Teilnehmerdaten und der Zufriedenheit nach der Nutzung des Setups aufgeführt. Der zweite Fragebogen wurde sowohl für die Planungsaufgabe als auch die Präsentationsaufgabe verwendet.

Session:

**Fragebogen**

1. Welches Geschlecht haben Sie? Männlich ☐ Weiblich ☐ Diverse ☐

2. Wie alt sind Sie? \_\_\_\_\_ Jahre

3. Wie groß sind Sie? \_\_\_\_\_ cm

4a. Welcher Tätigkeit gehen Sie nach bzw. welchen Beruf haben Sie?

\_\_\_\_\_

4b. Arbeiten Sie häufig in Teams (z.B. für Projekte, auf Arbeit, ...)?

Ja ☐ Nein ☐ Weiß ich nicht ☐

5. Haben Sie Erfahrungen mit dem Arbeiten an großen Displays (z.B. Whiteboards, Wanddisplays)?

Ja ☐ Nein ☐

6. Wie viel Erfahrung haben Sie mit dem Arbeiten in Teams an interaktiven Displays?

Sehr viel Erfahrung ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Keine Erfahrung

7. Wie oft nutzen Sie die folgenden Anwendungen:

	Täglich	Mehrmals pro Woche	Ein paar Mal im Monat	Seltener	Nie
Browser (z.B. Mozilla Firefox, Google Chrome)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Google Maps o.ä. Kartenanwendungen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Digitale Whiteboards, Moodboards oder digitale Brainstorming Anwendungen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fotoanwendungen aller Art	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Klassische Tafeln, Whiteboards oder Flipcharts	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

8. Wie ist Ihr Verhältnis zu den anderen Teilnehmern Ihrer Gruppe?

Fremde ☐ Freunde ☐ Kollegen ☐ Kommilitonen ☐ Familie ☐ Paar ☐

Anderes ☐ Und zwar: \_\_\_\_\_

9. Wie lange kennen Sie sich bereits? \_\_\_\_\_

Session:

Aufgabe: Stadtbesichtigung

**Fragebogen**

1. Hat Ihnen das Lösen der Aufgabe mithilfe der beiden Displays und den Anwendungen Spaß gemacht?

Sehr viel Spaß ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Keinen Spaß

2. Wie zufrieden sind Sie mit der Zusammenarbeit in Ihrem Team?

Sehr zufrieden ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Sehr unzufrieden

- 3a. Wie haben Sie mit Ihren Teammitgliedern während der Aufgabe hauptsächlich gearbeitet?

Zusammen ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Getrennt voneinander

- 3b. Wie haben Sie ggf. mit den unterschiedlichen Teammitgliedern zusammengearbeitet?

---

---

---

- 4a. Haben Sie Aufgaben untereinander aufgeteilt?

Ja ☐ Nein ☐

- 4b. Welche Aufgaben haben Sie bearbeitet?

---

---

---

5. Wie schätzen Sie Ihre Arbeit als Team ein?

Sehr effektiv ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Nicht effektiv

6. Wie zufrieden sind Sie mit dem Ergebnis, das Ihr Team erarbeitet hat?

Sehr zufrieden ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Sehr unzufrieden

7a. Wie schätzen Sie die Anwendungen und deren Funktionalitäten für das gemeinsame Arbeiten ein?

Sehr hilfreich ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Gar nicht hilfreich

Anmerkungen:

---

---

---

7b. Wie schätzen Sie die Displays für das gemeinsame Arbeiten ein?

Sehr hilfreich ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Gar nicht hilfreich

Anmerkungen:

---

---

---

7c. Wie bewerten Sie das Setup bestehend aus den beiden Displays und den Anwendungen zur Lösung der Aufgabe insgesamt?

Sehr gut ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Sehr schlecht

Anmerkungen:

---

---

---

8. Ich kann mir vorstellen die Kombination aus beiden Displays auch für andere Aufgaben zu nutzen.

Stimme völlig zu ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Stimme gar nicht zu

Mögliche Vorschläge:

---

---

---



## Datenerhebung

Die folgende Tabelle dient als Überblick über die Verhaltensweisen, die mit unterschiedlichen Methoden erhoben werden können und wie diese analysiert werden können. Diese Zusammenstellung ist aus einer Arbeit von Jakobsen et al. [JH16] inspiriert.

	Verhaltensdimensionen	Datenerhebung				Analyse
<b>Verhalten auf den Displays</b>	Territorialität	V		S		Nutzung bestimmter Displaybereiche als öffentliche oder private Bereiche
	Raumnutzung			S		Ausnutzung des gesamten Displays
	Konflikte			S	F	Schwierigkeiten bei der Nutzung von Anwendungen
<b>Verhalten vor den Displays</b>	Kollaborationsstile	V			T F	Arten der Zusammenarbeit innerhalb der Gruppe
	Distanzen zum Display	V			T	Identifizierung von Zonen, Sehr nah, nah oder außer Reichweite zum Display
	Distanzen zwischen Nutzern	V			T	Identifizierung von Zonen (Hall)
	Rollenverteilung	V			F	Aufteilung von Aufgaben
	Kommunikation		A			Häufigkeit der Kommunikation
	Raumnutzung	V			T	Ausnutzung des gesamten Raumes
	Konflikte	V			F	Schwierigkeiten bei der Nutzung der Displays und Gruppenarbeit
<b>Displaynutzung</b>	Rollen der Displays	V		S	F	Ausführung von Aufgaben und Häufigkeit der Nutzung
	Nutzung der Displays	V		S	F	Ausführung von Aufgaben und Häufigkeit der Nutzung
	Schwierigkeiten	V		S	F	Schwierigkeiten bei der Nutzung der Displays und Gruppenarbeit

**Tabelle A.1.:** Überblick über Verhaltensweisen und die Datenerhebung (V: Video, A: Audio, S: Screencasting, T: Tracking, F: Fragebogen)

# Ergebnisse

Im zweiten Teil des Anhangs werden die zusätzlichen Materialien der Auswertung und Ergebnisse bereitgestellt.

## Auswertung Fragebögen

Im Folgenden wird die ausführliche Auswertung der Fragebögen angegeben.

	Teilnehmer		Alter	Größe
<i>Gesamt</i>	18	<i>Durchschnitt</i>	26,556	175
<i>Männlich</i>	10	<i>Standartabw.</i>	6,318	9,177
<i>Weiblich</i>	8	<i>Min</i>	19	160
		<i>Max</i>	49	195

	Arbeit in Teams	Große Displays	Arbeit in Teams an interaktiven Displays*
<i>Durchschnitt</i>	0,111	0,667	3,056
<i>Standartabw.</i>	0,314	0,471	1,433

	Browser*	Google Maps*	Digitale Whiteboards*	Fotoanwendungen*	Klassische Tafeln*
<i>Durchschnitt</i>	0,111	0,889	2,833	1,278	2,389
<i>Standartabw.</i>	0,458	0,567	1,167	0,870	1,112

	Verhältnis		Jahre
<i>Fremde</i>	0	<i>Min</i>	3 Monate
<i>Freunde</i>	7	<i>Max</i>	22 Jahre
<i>Kollegen</i>	3		
<i>Kommilitonen</i>	6		
<i>Familie</i>	2		
<i>Paar</i>	2		

**Tabelle A.2.:** Auswertung des Fragebogens zur Erhebung von Teilnehmerinformationen (\* Skala 0 - 4)

	1.	2.	3a	4a	5.
	Spaß	Zusammenarbeit	Wie wurde gearbeitet?	Aufgabenteilung*	Arbeit als Team
Durchschnitt	0,778	0,611	0,611	0,056	0,722
Standardabw.	0,533	0,678	0,678	0,229	0,731

	6.	7a	7b	7c	8.
	Ergebnis	Anwendungen	Displays	Setup	Andere Aufgaben
Durchschnitt	0,389	0,944	1,412	1,611	1,500
Standardabw.	0,591	0,848	0,974	0,891	1,014

**Tabelle A.3.:** Fragebogen zur Erhebung von Einschätzungen für die Planungsaufgabe (Skala 0 - 4; \* ja/nein)

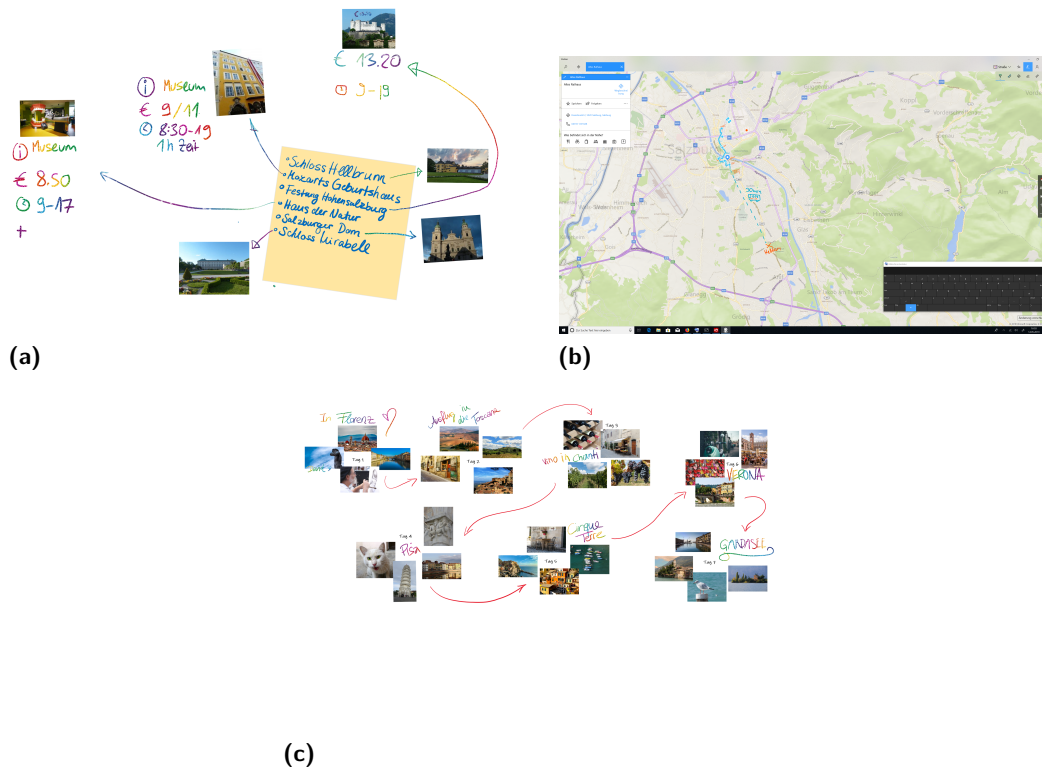
	1.	2.	3a	4a	5.
	Spaß	Zusammenarbeit	Wie wurde gearbeitet?	Aufgabenteilung*	Arbeit als Team
Durchschnitt	0,389	0,556	0,778	0,000	1,167
Standardabw.	0,591	0,831	0,786	0,000	0,764

	6.	7a	7b	7c	8.
	Ergebnis	Anwendungen	Displays	Setup	Andere Aufgaben
Durchschnitt	1,222	1,500	1,222	1,722	1,294
Standardabw.	0,853	1,258	1,133	1,239	1,015

**Tabelle A.4.:** Fragebogen zur Erhebung von Einschätzungen für die Präsentationsaufgabe (Skala 0 - 4; \* ja/nein)

## Arbeitsergebnisse der Gruppen

Im Folgenden werden alle Arbeitsergebnisse der Gruppen gezeigt.



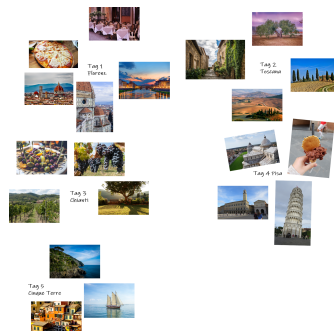
**Abbildung A.1.:** Ergebnisse der Gruppe 1 (3er Gruppe) (a) und (b) für die Planungsaufgabe und (c) für die Präsentationsaufgabe



**Abbildung A.2.:** Ergebnisse der Gruppe 2 (4er Gruppe) (a) für die Planungsaufgabe und (b) für die Präsentationsaufgabe



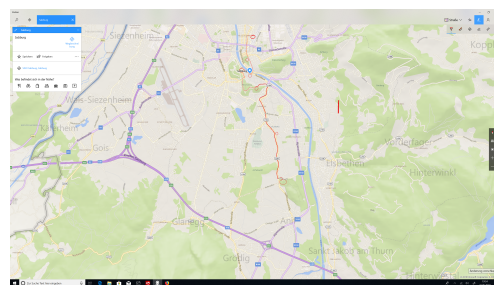
Hauptbahnhof  
 --> 11 Min Fuß Mirabellplatz 4 --> Schloss  
 Mirabell (1 Stunde)  
 --> 10 Min Fuß Getreidegasse (1 Stunde)  
 --> Mozarthaus (15 Min)  
 --> 5 Min Fuß bis Residenzplatz 1 DomQuartier  
 (1,5 Stunden)  
 --> 30 Min Bus (25 / 170)  
 Schloss Hellbrunn (1 Stunde)



103

6 Stunden in Salzburg  
 Start: Hauptbahnhof Salzburg  
 13 min Schloss Mirabell  
 07 min Geburtshaus Mozart  
 10 min Haus der Natur  
 6 min Festung Hohensalzburg  
 17 min Grandhaus gastronomie  
 03 min Schloss Hellbrunn  
 24 min  
 30 min  
 Vielen Dank!

(a)



(b)

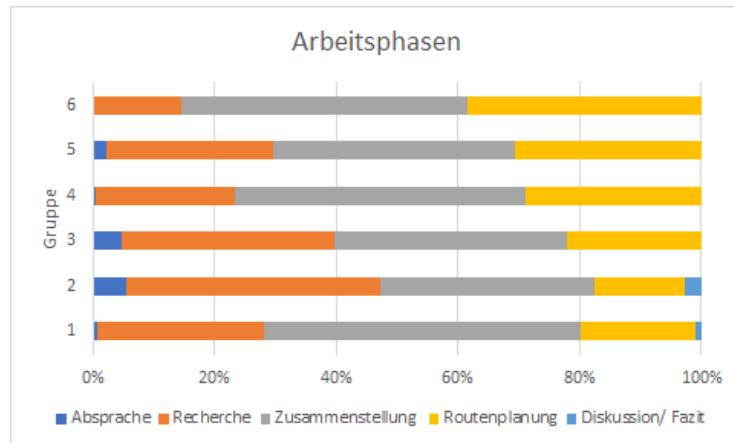


(c)

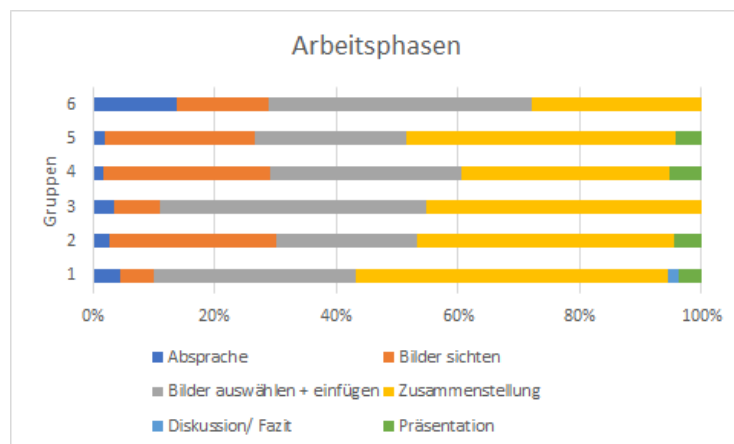
**Abbildung A.6.:** Ergebnisse der Gruppe 6 (2er Gruppe) (a) und (b) für die Planungsaufgabe und (c) für die Präsentationsaufgabe

## Arbeitsphasen

Im Folgenden werden die Arbeitsphasen der Gruppen und die prozentuale Verteilung der Phasen angegeben.



**Abbildung A.7.:** Prozentuale Verteilung der Arbeitsphasen für die Gruppen in der Planungsaufgabe



**Abbildung A.8.:** Prozentuale Verteilung der Arbeitsphasen für die Gruppen in der Präsentationsoaufgabe

## Distanzen zu den Displays

Im Folgenden werden die durchschnittlichen Distanzen der Personen zu den Displays für beide Aufgaben angegeben.

<b>Durchschnitt</b>	<b>Insgesamt</b>	<b>Wall</b>	<b>Surface Hub</b>
<i>Sehr nah</i>	19,60%	16,40%	22,80%
<i>Nah</i>	42,80%	55,20%	30,40%
<i>Entfernt</i>	37,70%	28,40%	47%

**Tabelle A.5.:** Durchschnittliche Distanzen zur Displaywand und zum Surface Hub für die Planungsaufgabe

<b>Durchschnitt</b>	<b>Insgesamt</b>	<b>Wall</b>	<b>Surface Hub</b>
<i>Sehr nah</i>	22%	17,60%	26,50%
<i>Nah</i>	40,90%	56,70%	25%
<i>Entfernt</i>	37,10%	25,80%	48%

**Tabelle A.6.:** Durchschnittliche Distanzen zur Displaywand und zum Surface Hub für die Präsentationsaufgabe

## Distanzen zwischen den Nutzern

Im Folgenden werden die durchschnittlichen Distanzen zwischen den Nutzern für beide Aufgaben angegeben.

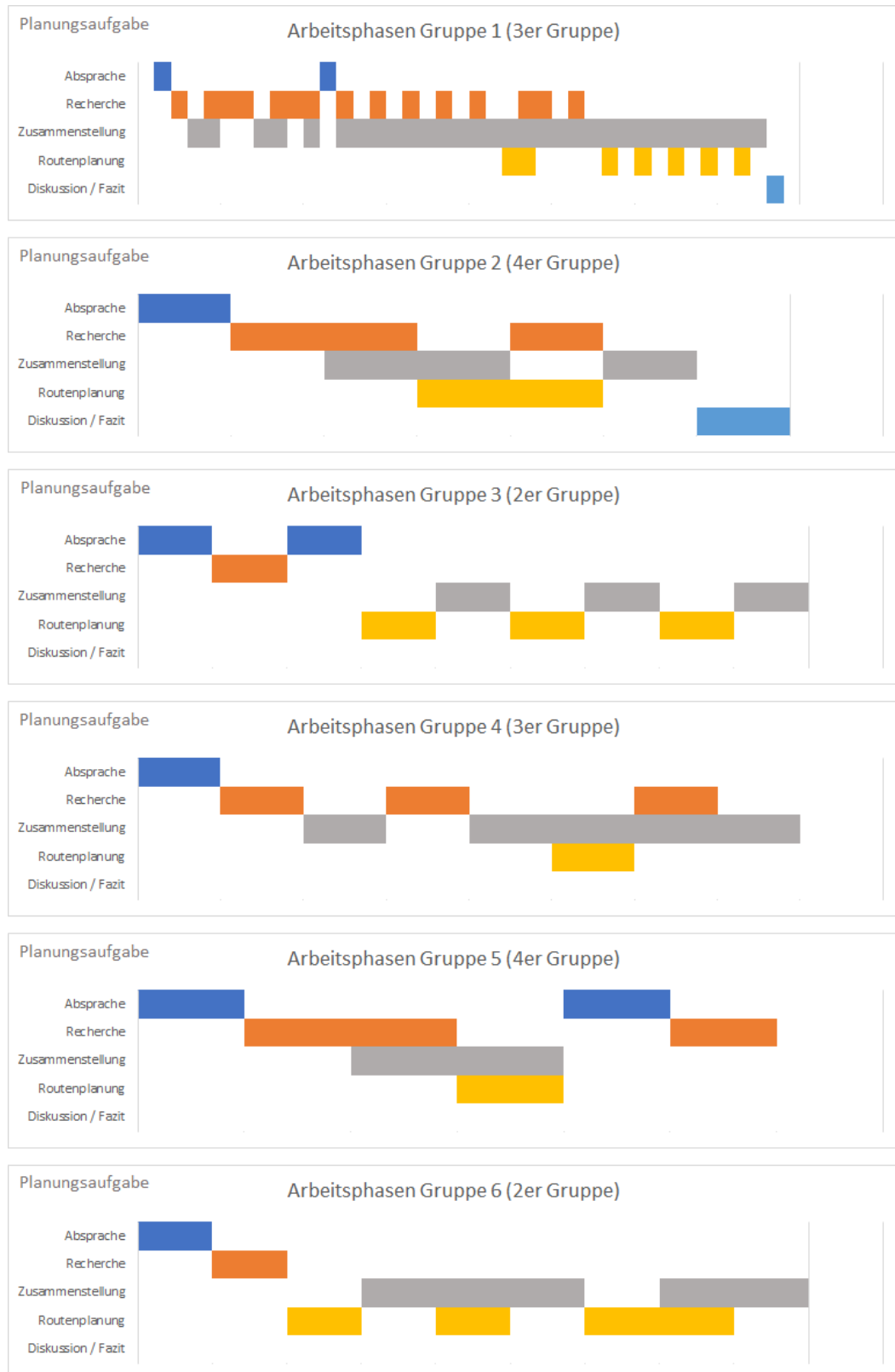
<b>Durchschnitt</b>	<b>Insgesamt</b>	<b>City</b>	<b>Foto</b>
<i>Intime Zone</i>	21,50%	19,60%	23,20%
<i>Persönliche Zone</i>	44,50%	49,20%	40,70%
<i>Soziale Zone</i>	33,30%	30,40%	35,60%
<i>Öffentliche Zone</i>	0,60%	0,60%	0,70%

**Tabelle A.7.:** Durchschnittliche Distanzen zwischen den Nutzern in den beiden Aufgaben

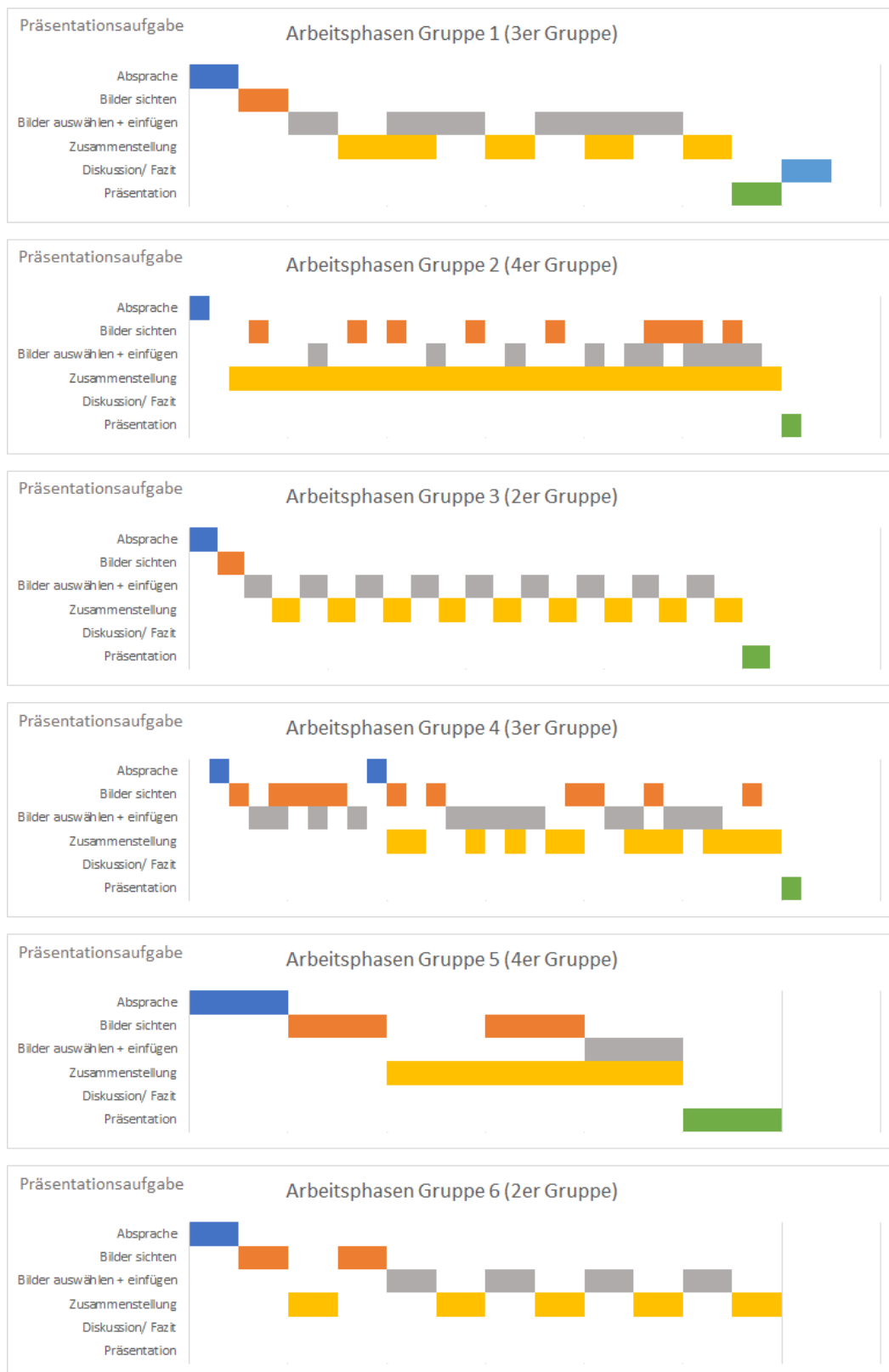
## Raumnutzung

Im Folgenden werden die Diagramme der Raumnutzung für alle Gruppen dargestellt.

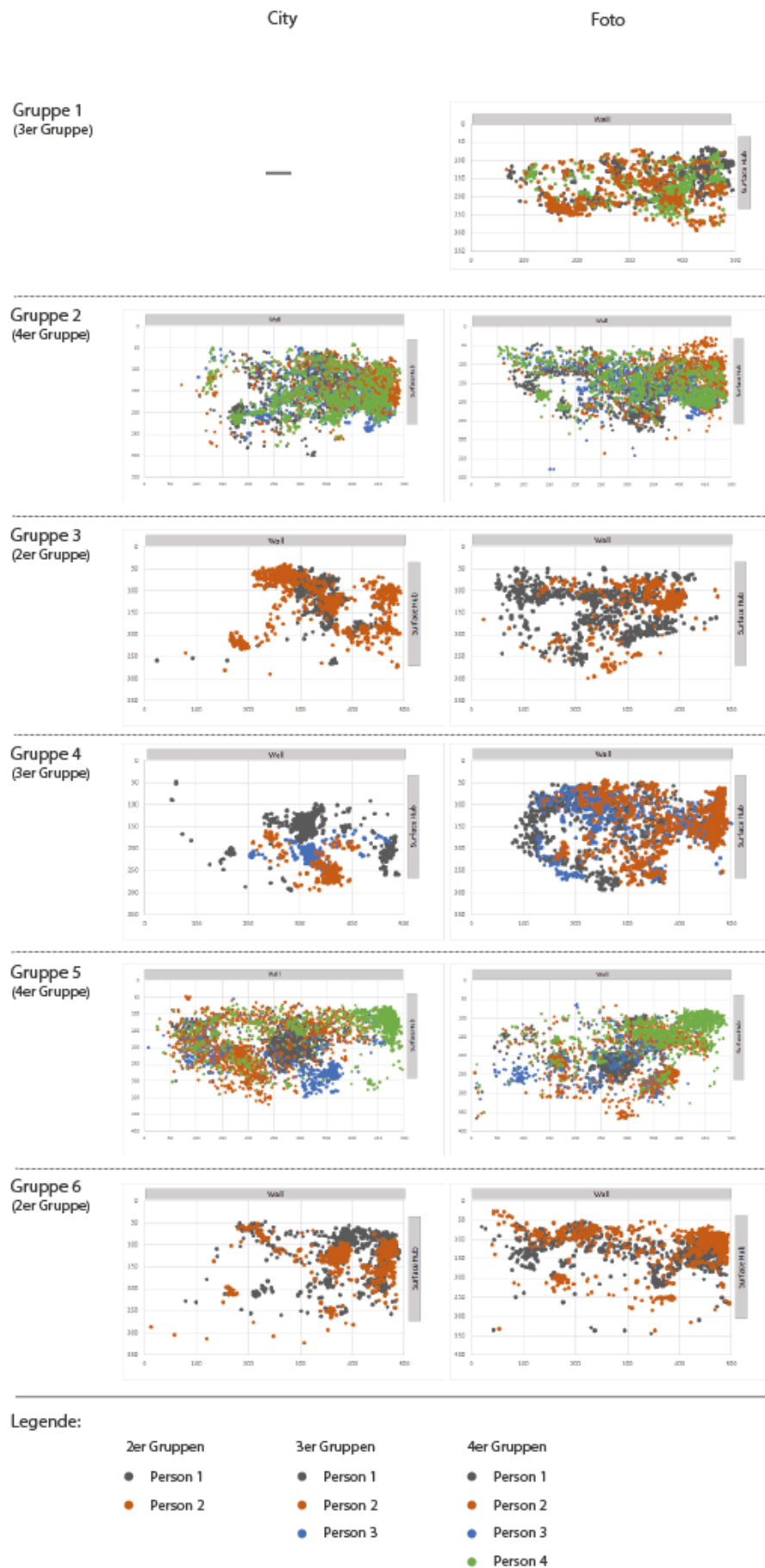




**Abbildung A.9.:** Ablauf der Arbeitsphasen für die Gruppen in der Planungsaufgabe (nur zeitliche Abfolge, keine Abbildung der konkreten Zeit)



**Abbildung A.10.:** Ablauf der Arbeitsphasen für die Gruppen in der Präsentationsaufgabe (nur zeitliche Abfolge, keine Abbildung der konkreten Zeit)



**Abbildung A.11.:** Diagramme der Raumnutzung für alle Gruppen und beide Aufgaben. Diagramm für Gruppe 1 fehlt, wegen Schwierigkeiten beim Tracking.

## Anmerkungen zur Berechnung der Distanzen und Proxemik

### Berechnung der Distanzen zu den Displays (Tabelle 5.2)

- Distanz zur Displaywand:
  - Distanzen: sehr nah ( $< 100$  cm), nah (100 - 200 cm), entfernt ( $> 200$  cm)
  - Für jede Person berechnet, wie oft in entsprechender Distanz
  - In Tabelle: Aussage für gesamte Gruppe
    - \* Durchschnittlicher Wert der Personen
- Distanz zum Surface Hub:
  - Distanzen: sehr nah ( $< 100$  cm), nah (100 - 150 cm), entfernt ( $> 150$  cm)
  - Berechnung: Standort Surface Hub – Wert der Person
  - Für jede Person berechnet, wie oft in entsprechender Zone
  - In Tabelle: Aussage für gesamte Gruppe
    - \* Durchschnittlicher Wert der Personen

### Berechnung der Distanzen zwischen Nutzern (Tabelle 5.4)

- Distanzen zwischen allen Personen berechnet aus den gegebenen Punkten (jeweils X und Z)
- Distanzen: Intimdistanz ( $< 45$  cm), persönliche Distanz (45 – 120 cm), soziale Distanz (120 – 360 cm), öffentliche Distanz ( $> 360$  cm)
- Für jedes Paar berechnet, wie oft in entsprechender Distanz
- In Tabelle: Aussage für gesamte Gruppe
  - Durchschnittlicher Wert der Personen

# Literatur

- [AEN10] Christopher Andrews, Alex Endert und Chris North. „Space to Think: Large High-resolution Displays for Sensemaking“. In: *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. CHI '10. Atlanta, Georgia, USA: ACM, 2010, S. 55–64 (zitiert auf den Seiten 7, 8, 46).
- [Aur] *Tangible user interface: What comes after click?* <http://aurotechno.blogspot.com/p/tangible-user-interface-tangible-user.html>. [Abgerufen am 28. Juni 2019] (zitiert auf Seite 6).
- [Aza+12] Alec Azad, Jaime Ruiz, Daniel Vogel, Mark Hancock und Edward Lank. „Territoriality and Behaviour on and Around Large Vertical Publicly-shared Displays“. In: *Proceedings of the Designing Interactive Systems Conference*. DIS '12. Newcastle Upon Tyne, United Kingdom: ACM, 2012, S. 468–477 (zitiert auf den Seiten 1, 2, 14, 19–21, 30, 31, 33, 35, 36, 46, 91).
- [Bac+11] Stefan Bachl, Martin Tomitsch, Karin Kappel und Thomas Grechenig. „The Effects of Personal Displays and Transfer Techniques on Collaboration Strategies in Multi-touch Based Multi-Display Environments“. In: Bd. 6948. Sep. 2011, S. 373–390 (zitiert auf den Seiten 16, 31, 36, 38–40, 46).
- [Bir+07] Jeremy P. Birnholtz, Tovi Grossman, Clarissa Mak und Ravin Balakrishnan. „An Exploratory Study of Input Configuration and Group Process in a Negotiation Task Using a Large Display“. In: *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. CHI '07. San Jose, California, USA: ACM, 2007, S. 91–100 (zitiert auf Seite 17).
- [BKV12] John Bolton, Kibum Kim und Roel Vertegaal. „A Comparison of Competitive and Cooperative Task Performance Using Spherical and Flat Displays“. In: *Proceedings of the ACM 2012 Conference on Computer Supported Cooperative Work*. CSCW '12. Seattle, Washington, USA: ACM, 2012, S. 529–538 (zitiert auf Seite 17).

- [BMG10] Till Ballendat, Nicolai Marquardt und Saul Greenberg. „Proxemic Interaction: Designing for a Proximity and Orientation-Aware Environment“. In: Nov. 2010, S. 121–130 (zitiert auf Seite 24).
- [BR15] Simon Butscher und Harald Reiterer. „Proxemics-Aware Multi-Focus Visualizations to Support Mutual Awareness during Co-located Collaboration“. In: *Workshop on Collaboration Meets Interactive Surfaces (CMIS)*. 2015 (zitiert auf den Seiten 18, 22, 23, 31).
- [Bra+13] Lauren Bradel, Alex Endert, Kristen Koch, Christopher Andrews und Chris North. „Large high resolution displays for co-located collaborative sensemaking: Display usage and territoriality“. In: *International Journal of Human-Computer Studies* 71.11 (2013), S. 1078 –1088 (zitiert auf den Seiten 20–22, 35).
- [Bus45] Vannevar Bush. „As We May Think“. In: *Atlantic Monthly* 176.1 (Juli 1945), S. 101–108 (zitiert auf Seite 5).
- [Bux10] Bill Buxton. „Invited Paper: A Touching Story: A Personal Perspective on the History of Touch Interfaces Past and Future“. In: *Society for Information Display (SID) Symposium Digest of Technical Papers* 41.1 (Mai 2010), S. 444–448 (zitiert auf Seite 8).
- [Cas] *Proximity and Distance*. <https://casework.eu/lesson/proximity-and-distance/>. [Abgerufen am 04. Juli 2019] (zitiert auf Seite 10).
- [Chu+14] Haeyong Chung, Chris North, Jessica Zeitz Self, Sharon Chu und Francis Quek. „VisPorter: Facilitating Information Sharing for Collaborative Sensemaking on Multiple Displays“. In: *Personal Ubiquitous Comput.* 18.5 (Juni 2014), S. 1169–1186 (zitiert auf den Seiten 25, 27).
- [Dat] *Datenhirn*. <https://datenhirn.com/?p=26>. [Abgerufen am 28. Juni 2019] (zitiert auf Seite 6).
- [DKQ13] Jakub Dostal, Per Ola Kristensson und Aaron Quigley. „Multi-view Proxemics: Distance and Position Sensitive Interaction“. In: *Proceedings of the 2Nd ACM International Symposium on Pervasive Displays*. PerDis '13. Mountain View, California: ACM, 2013, S. 1–6 (zitiert auf den Seiten 13, 31).
- [Dos+14] Jakub Dostal, Uta Hinrichs, Per Ola Kristensson und Aaron Quigley. „SpiderEyes: Designing attention- and proximity-aware collaborative interfaces for wall-sized displays“. In: Feb. 2014, S. 143–152 (zitiert auf Seite 23).

- [Gey+11] Florian Geyer, Ulrike Pfeil, Anita Höchtl, Jochen Budzinski und Harald Reiterer. „Designing Reality-based Interfaces for Creative Group Work“. In: *Proceedings of the 8th ACM Conference on Creativity and Cognition*. C&#38;C ’11. Atlanta, Georgia, USA: ACM, 2011, S. 165–174 (zitiert auf den Seiten 2, 6, 7, 26, 31, 91).
- [Gre+11] Saul Greenberg, Nicolai Marquardt, Till Ballendat, Rob Diaz-Marino und Miaosen Wang. „Proxemic Interactions: The New Ubicomp?“ In: *Interactions* 18.1 (Jan. 2011), S. 42–50 (zitiert auf den Seiten 2, 9, 23, 24, 30, 31, 91).
- [Hal69] E.T. Hall. *The Hidden Dimension: An Anthropologist Examines Man’s Use of Space in Public and in Private*. Doubleday Anchor book: Psychology. Anchor Books, 1969 (zitiert auf den Seiten 2, 10, 11, 30, 33, 36, 75, 85, 91).
- [Haw+05] Kirstie Hawkey, Melanie Kellar, Derek Reilly, Tara Whalen und Kori M. Inkpen. „The Proximity Factor: Impact of Distance on Co-located Collaboration“. In: *Proceedings of the 2005 International ACM SIGGROUP Conference on Supporting Group Work*. GROUP ’05. Sanibel Island, Florida, USA: ACM, 2005, S. 31–40 (zitiert auf den Seiten 13, 18, 31, 36).
- [JH14] Mikkel R. Jakobsen und Kasper Hornbaek. „Up Close and Personal: Collaborative Work on a High-resolution Multitouch Wall Display“. In: *ACM Trans. Comput.-Hum. Interact.* 21.2 (Feb. 2014), 11:1–11:34 (zitiert auf den Seiten 11, 12, 14, 16, 17, 22, 31, 35, 36, 38, 56, 91).
- [JH16] Mikkel R. Jakobsen und Kasper Hornbæk. „Negotiating for Space?: Collaborative Work Using a Wall Display with Mouse and Touch Input“. In: *Proceedings of the 2016 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. CHI ’16. San Jose, California, USA: ACM, 2016, S. 2050–2061 (zitiert auf den Seiten 1, 9, 11, 14, 18, 22, 36, 40, 42, 56, 91, 99).
- [JLK08] Wendy Ju, Brian A. Lee und Scott R. Klemmer. „Range: Exploring Implicit Interaction Through Electronic Whiteboard Design“. In: *Proceedings of the 2008 ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work*. CSCW ’08. San Diego, CA, USA: ACM, 2008, S. 17–26 (zitiert auf den Seiten 12, 38, 91).
- [LKD19] Ricardo Langner, Ulrike Kister und Raimund Dachsel. „Multiple Coordinated Views at Large Displays for Multiple Users: Empirical Findings on User Behavior, Movements, and Distances“. In: *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics* 25 (1 Jan. 2019), S. 608–618 (zitiert auf den Seiten 1, 8, 11, 12, 17, 18, 46, 91).

- [Luo+13] Petri Luojus, Jarkko Koskela, Kimmo Ollila et al. „Wordster: Collaborative versus competitive gaming using interactive public displays and mobile phones“. In: Juni 2013, S. 109–114 (zitiert auf Seite 18).
- [Mar+08] Paul Marshall, Eva Hornecker, Richard Morris, Nick Dalton und Yvonne Rogers. „When the fingers do the talking: A study of group participation with varying constraints to a tabletop interface“. In: Nov. 2008, S. 33 –40 (zitiert auf Seite 5).
- [May+18] Sven Mayer, Lars Lischke, Jens Emil Grønbæk et al. „Pac-Many: Movement Behavior when Playing Collaborative and Competitive Games on Large Displays“. In: *Proceedings of the 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. CHI '18. Montreal QC, Canada: ACM, 2018, 539:1–539:10 (zitiert auf den Seiten 11, 18, 22).
- [MBM08] M. R. Morris, A. J. B. Brush und B. R. Meyers. „A field study of knowledge workers' use of interactive horizontal displays“. In: *2008 3rd IEEE International Workshop on Horizontal Interactive Human Computer Systems*. 2008, S. 105–112 (zitiert auf Seite 5).
- [MHG12] Nicolai Marquardt, Ken Hinckley und Saul Greenberg. „Cross-device Interaction via Micro-mobility and F-formations“. In: *Proceedings of the 25th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology*. UIST '12. Cambridge, Massachusetts, USA: ACM, 2012, S. 13–22 (zitiert auf Seite 19).
- [MM+16] Roberto Martinez-Maldonado, Peter Goodyear, Judy Kay, Kate Thompson und Lucila Carvalho. „An Actionable Approach to Understand Group Experience in Complex, Multi-surface Spaces“. In: Apr. 2016 (zitiert auf den Seiten 2, 9, 16, 19, 29, 30, 36).
- [MRP11] Paul Marshall, Yvonne Rogers und Nadia Pantidi. „Using F-formations to Analyse Spatial Patterns of Interaction in Physical Environments“. In: *Proceedings of the ACM 2011 Conference on Computer Supported Cooperative Work*. CSCW '11. Hangzhou, China: ACM, 2011, S. 445–454 (zitiert auf den Seiten 14, 15, 19, 30).
- [MTF12] Christian Müller-Tomfelde und Morten Fjeld. „Tabletops: Interactive Horizontal Displays for Ubiquitous Computing“. In: *IEEE Computer* 45 (Feb. 2012), S. 78–81 (zitiert auf den Seiten 5, 6).
- [Nac+12] Miguel A. Nacenta, Mikkel R. Jakobsen, Remy Dautriche et al. „The LunchTable: A Multi-user, Multi-display System for Information Sharing in Casual Group Interactions“. In: *Proceedings of the 2012 International Symposium on Pervasive Displays*. PerDis '12. Porto, Portugal: ACM, 2012, 18:1–18:6 (zitiert auf Seite 29).



- [Nov04] Nicolas Nova. „Socio-cognitive functions of space in collaborative settings : a literature review about Space, Cognition and Collaboration“. In: (Jan. 2004) (zitiert auf den Seiten 10, 20, 30).
- [PB18] Celeste Lyn Paul und Lauren Bradel. „Size Matters: The Effects of Interactive Display Size on Interaction Zone Expectations“. In: *Proceedings of the 2018 International Conference on Advanced Visual Interfaces*. AVI '18. Castiglione della Pescaia, Grosseto, Italy: ACM, 2018, 41:1–41:5 (zitiert auf den Seiten 9, 13).
- [PD15] Bernhard Preim und Raimund Dachzelt. *Interaktive Systeme: Band 2: User Interface Engineering, 3D-Interaktion, Natural User Interfaces*. Bd. 2. Springer Vieweg, Apr. 2015 (zitiert auf den Seiten 5, 7, 21).
- [Pot+12] Brianna Potvin, Colin Swindells, Melanie Tory und Margaret-Anne Storey. „Comparing Horizontal and Vertical Surfaces for a Collaborative Design Task“. In: *Adv. in Hum.-Comp. Int.* 2012 (Jan. 2012), 6:6–6:6 (zitiert auf den Seiten 7, 20).
- [PS09] Christopher Plaue und John T. Stasko. „Presence and placement: exploring the benefits of multiple shared displays on an intellectual sensemaking task“. In: *GROUP*. 2009 (zitiert auf den Seiten 2, 26, 27, 31, 91).
- [Raj+15] Fateme Rajabiyazdi, Jagoda Walny, Carrie Mah, John Brosz und Sheelagh Carpendale. „Understanding Researchers' Use of a Large, High-Resolution Display Across Disciplines“. In: *Proceedings of the 2015 International Conference on Interactive Tabletops & Surfaces*. ITS '15. Madeira, Portugal: ACM, 2015, S. 107–116 (zitiert auf den Seiten 1, 8).
- [RES05] Brian P. Bailey Ramona E. Su. „Put Them Where? Towards Guidelines for Positioning Large Displays in Interactive Workspaces“. In: *Costabile M.F., Paternò F. (eds) Human-Computer Interaction - INTERACT 2005. INTERACT 2005. Lecture Notes in Computer Science 3585* (2005), S. 337–349 (zitiert auf den Seiten 27, 31, 93).
- [RL04] Yvonne Rogers und Siân Lindley. „Collaborating around large interactive displays: which way is best to meet?“ In: *Interacting with Computers - IWC* (Jan. 2004) (zitiert auf Seite 5).
- [Sch+12] Bertrand Schneider, Matthew Tobiasz, Charles Willis und Chia Shen. „WALDEN: Multi-surface Multi-touch Simulation of Climate Change and Species Loss in Thoreau's Woods“. In: *Proceedings of the 2012 ACM International Conference on Interactive Tabletops and Surfaces*. ITS '12. Cambridge, Massachusetts, USA: ACM, 2012, S. 387–390 (zitiert auf den Seiten 2, 8, 26, 29, 91).

- [Sch15] B. Schäfers. *Architektursoziologie: Grundlagen - Epochen - Themen*. VS Verlag für Sozialwissenschaften, 2015 (zitiert auf Seite 20).
- [SCI04] Stacey D. Scott, M. Sheelagh T. Carpendale und Kori M. Inkpen. „Territoriality in Collaborative Tabletop Workspaces“. In: *Proceedings of the 2004 ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work*. CSCW '04. Chicago, Illinois, USA: ACM, 2004, S. 294–303 (zitiert auf den Seiten 6, 18, 20, 41, 42, 91).
- [SHAAM14] Zahra Shakeri Hossein Abad, Craig Anslow und Frank Maurer. „Multi Surface Interactions with Geospatial Data: A Systematic Review“. In: *Proceedings of the Ninth ACM International Conference on Interactive Tabletops and Surfaces*. ITS '14. Dresden, Germany: ACM, 2014, S. 69–78 (zitiert auf den Seiten 30, 94).
- [Sta19] Werner Stangl. „Distanzzonen und Territorialität - Der Umgang mit Raum“. In: *[werner stangl]s arbeitsblätter* (2019) (zitiert auf den Seiten 10, 11).
- [Tan+06] Anthony Tang, Melanie Tory, Barry A. Po, Petra Neumann und Sheelagh Carpendale. „Collaborative Coupling over Tabletop Displays“. In: Jan. 2006, S. 1181–1190 (zitiert auf den Seiten 2, 6, 16, 17, 22, 31, 38, 42, 91).
- [Tan16] Davide Tantiello. „Large Multi-Touch Vertical Displays in Multi-User Competitive Tasks“. Magisterarb. University of Illinois, 2016 (zitiert auf den Seiten 17, 40).
- [Wal+09] James Wallace, Stacey Scott, Taryn Stutz, Tricia Enns und Kori Inkpen. „Investigating teamwork and taskwork in single- and multi-display groupware systems“. In: *Personal and Ubiquitous Computing* 13 (Nov. 2009), S. 569–581 (zitiert auf den Seiten 11, 94).
- [Wig+09] Daniel Wigdor, Hao Jiang, Clifton Forlines, Michelle Borkin und Chia Shen. „WeSpace: The Design Development and Deployment of a Walk-up and Share Multi-surface Visual Collaboration System“. In: *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. CHI '09. Boston, MA, USA: ACM, 2009, S. 1237–1246 (zitiert auf den Seiten 2, 28, 91).
- [WIL16] James R. Wallace, Nancy Iskander und Edward Lank. „Creating Your Bubble: Personal Space On and Around Large Public Displays“. In: *Proceedings of the 2016 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. CHI '16. San Jose, California, USA: ACM, 2016, S. 2087–2092 (zitiert auf den Seiten 9, 14).

- [Zag+16] Johannes Zagermann, Ulrike Pfeil, Roman Rädle et al. „When Tablets meet Tabletops: The Effect of Tabletop Size on Around-the-Table Collaboration with Personal Tablets“. In: *CHI*. 2016 (zitiert auf den Seiten 6, 7, 26, 94).



# Abbildungsverzeichnis

2.1	Beispiele für horizontale Displays: (a) Im Jahr 2007 vorgestelltes Microsoft Surface Tabletop-Display [Dat] (b) Beispiel für ein Tangible User Interface mit verschiedenen Interaktionsobjekten [Aur] . . . . .	6
2.2	Beispiele für vertikale Displays: (a) Erstes vertikales Display Portfolio-Wall von 1999 [Bux10] (b) Vertikales Großdisplay aus einer Studie von Rajabiyazdi et al. [Raj+15] . . . . .	8
2.3	Die vier Proxemikzonen (Intimdistanz, persönliche Distanz, soziale Distanz, öffentliche Distanz) nach Hall als Schema dargestellt [Cas]. .	10
2.4	Distanzen zu einem interaktiven Display: (a) Nutzer nehmen beim Sensemaking eine geringe Distanz zum Display ein [JH14](b) Nutzer arbeiten nah und entfernt vom Display durch verschiedene Interaktionsmöglichkeiten [LKD19] . . . . .	12
2.5	Vier Interaktionszonen (Intimzone, persönliche Zone, soziale Zone, öffentliche Zone) zu einem Display nach Ju et al. [JLK08] . . . . .	12
2.6	Schema der Interaktionszonen in Kreisform nach Marshall et al. [MRP11]	15
2.7	Positionen und Formationen, die in verschiedenen Studien beobachtet werden konnten [MRP11]: (a) L-Formation (b) Face-to-Face (c) Nebeneinander (d) Halbkreis (e) Rechteckig . . . . .	19
2.8	Positionen und Formationen an horizontalen Displays in Gruppen mit drei Personen [MM+16] . . . . .	19
2.9	Beeinflussung einer Datenlinse durch die Position und Orientierung der Nutzer [BR15] . . . . .	23
2.10	Beeinflussung der Visualisierungsart durch die Distanz zum Display [Dos+14] . . . . .	23
2.11	System zeigt verschiedene Inhalte bei unterschiedlichen Orientierungen des Nutzers an [Gre+11] . . . . .	24
2.12	Media Player zeigt verschiedene Inhalte bei unterschiedlichen Distanzen des Nutzers an [Gre+11] . . . . .	24
2.13	Rollen von verschiedenen Displays: (a) Horizontales Display zum Erstellen und vertikales Display zur Reflexion [Gey+11] (b) Horizontales Display zur Manipulation und Tablets zum individuellen Arbeiten [Zag+16] . . . . .	26
2.14	Die MDU „WeSpace“ mit Wanddisplay, Multitouch Table und Laptops [Wig+09] . . . . .	28

2.15	Aufbau des LunchTables mit horizontalem und vertikalem Display [Nac+12] . . . . .	29
2.16	MDU mit verschiedenen Großdisplays, persönlichen Endgeräten und nicht-digitalen Materialien zur Planung von Lehrveranstaltungen [MM+16]	30
3.1	Positionen bei der enger Zusammenarbeit an vertikalen und horizonta- len Displays . . . . .	35
3.2	Weitere Formationen beim Arbeiten an vertikalen und horizontalen Displays . . . . .	35
3.3	Große Distanzen zwischen Nutzern in der sozialen und öffentlichen Distanz . . . . .	36
3.4	Positionierung und Formation von Nutzern in einem Halbkreis vor dem Display . . . . .	37
3.5	Positionierung abgewandt voneinander mit unterschiedlicher Blickrich- tung . . . . .	37
3.6	Grundlegende Kollaborationsstile: (a) Enge Zusammenarbeit zwischen Nutzern (b) Lockere Zusammenarbeit zwischen Nutzern . . . . .	40
3.7	Nutzung von separaten Bereichen für getrennte und gemeinsame Arbeit	42
4.1	Aufbau für die Studie: (a) Aufbau der Displays im Labor (b) Finaler Aufbau mit den Displays und Tischen . . . . .	48
4.2	Screenshot des Microsoft Whiteboard zum Brainstorming . . . . .	49
4.3	Screenshots der Kartenanwendungen (a) Microsoft Karten und (b) Google Maps . . . . .	50
4.4	Screenshot des verwendeten Browsers Mozilla Firefox . . . . .	51
4.5	Screenshot des Ordners mit den Bildern für die Präsentationsaufgabe .	51
4.6	Screenshot der Bildschirmtastatur für die Verwendung an den Displays	52
4.7	Schematische Darstellung des Aufbaus der Kameras im Labor . . . . .	55
4.8	Basecaps mit optischen Markern für das Tracking der Nutzer . . . . .	56
4.9	Screenshot von ELAN: Auswertung der Videos mittels Annotationen . .	57
4.10	Screenshot von ELAN mit Annotationen für eine Gruppe . . . . .	57
5.1	Ergebnisse der Planungsaufgabe der (a) Gruppe 1 (3er Gruppe) und (b) Gruppe 2 (4er Gruppe) . . . . .	60
5.2	Ergebnisse der Präsentationsaufgabe der (a) Gruppe 3 (2er Gruppe) und (b) Gruppe 6 (2er Gruppe) . . . . .	61
5.3	Schema zur Darstellung des Ablaufs der Arbeitsphasen für Gruppe 3 (2er Gruppe) in der Planungsaufgabe (nur zeitliche Abfolge, keine Abbildung der konkreten Zeit) . . . . .	62
5.4	Schema zur Darstellung des Ablaufs der Arbeitsphasen für Gruppe 1 (3er Gruppe) in der Planungsaufgabe (nur zeitliche Abfolge, keine Abbildung der konkreten Zeit) . . . . .	63

5.5	Schema zur Darstellung des Ablaufs der Arbeitsphasen für Gruppe 4 (3er Gruppe) in der Planungsaufgabe (nur zeitliche Abfolge, keine Abbildung der konkreten Zeit) . . . . .	63
5.6	Schema zur Darstellung des Ablaufs der Arbeitsphasen für Gruppe 2 (4er Gruppe) in der Planungsaufgabe (nur zeitliche Abfolge, keine Abbildung der konkreten Zeit) . . . . .	64
5.7	Bildung von Teilgruppen (a) Gruppe 2 (4er Gruppe) mit zwei Teilgruppen (b) Gruppe 2 (4er Gruppe) mit einer Teilgruppe (c) Gruppe 1 (3er Gruppe) mit einer Teilgruppe (d) Gruppe 4 (3er Gruppe) mit einer Teilgruppe . . . . .	67
5.8	Distanzen zum Surface Hub: (a) Gruppe 4 (3er Gruppe) entfernt vom Display (b) Gruppe 6 (2er Gruppe) sehr nah am Display . . . . .	74
5.9	Distanzen zwischen den Nutzern in Gruppe 4 (3er Gruppe): (a) Nutzer sind entfernt voneinander in der Präsentationsaufgabe (b) Nutzer sind nah beieinander in der Planungsaufgabe . . . . .	76
5.10	Bewegung der Gruppen durch den Raum: (a) Gemeinsame Bewegung durch den Raum von Gruppe 6 (2er Gruppe) (b) Gemeinsame Bewegung durch den Raum von Gruppe 4 (3er Gruppe) (c) Getrennte Bewegung durch den Raum von Gruppe 4 (3er Gruppe) . . . . .	76
5.11	Raumnutzung der Gruppe 4 (3er Gruppe) in der Planungsaufgabe . . .	77
5.12	Raumnutzung der Gruppe 5 (4er Gruppe) in der Planungsaufgabe . . .	77
5.13	Formationen der 2er Gruppen: (a) Nebeneinander an der Displaywand (b) Nebeneinander am Surface Hub (c) Versetzt zueinander am Surface Hub (d) Abgewandt voneinander (e) Gegenüber voneinander . . . . .	79
5.14	Formationen der 3er Gruppen: (a) Versetzt am Surface Hub (b) Versetzt an der Displaywand (c) Versetzt an der Displaywand (d) Gruppe im Halbkreis vor der Displaywand (e) Nutzer abgewandt und Teilgruppen nebeneinander (f) Nutzer abgewandt und Teilgruppen versetzt (g) Nutzer sind sich zugewandt . . . . .	80
5.15	Formationen der 4er Gruppen: (a) Teilgruppen abgewandt und Teilgruppen nebeneinander (b) Teilgruppen abgewandt und Teilgruppen abgewandt (c) Gruppe im Halbkreis vor Surface Hub (d) Gruppe versetzt im Raum . . . . .	81
5.16	Nutzung von Displaybereichen: (a) Gruppe 4 (3er Gruppe) nutzt einen gemeinsamen Displaybereich (b) Gruppe 4 (3er Gruppe) nutzt unterschiedliche Displaybereiche . . . . .	81
5.17	Anwendungen auf den Displays: (a) Anwendung über das gesamte Wanddisplay (b) Zwei Anwendungen nebeneinander auf dem Wanddisplay (c) Anwendung über das gesamte Surface Hub (d) Zwei Anwendungen nebeneinander auf dem Surface Hub . . . . .	82

5.18	Displaynutzung: (a) und (b) Displays werden von der 2er Gruppe getrennt genutzt (c) Displays werden von der 4er Gruppe parallel genutzt (d) Surface Hub wird von der 4er Gruppe gemeinsam genutzt	84
A.1	Ergebnisse der Gruppe 1 (3er Gruppe) (a) und (b) für die Planungsaufgabe und (c) für die Präsentationsaufgabe . . . . .	102
A.2	Ergebnisse der Gruppe 2 (4er Gruppe) (a) für die Planungsaufgabe und (b) für die Präsentationsaufgabe . . . . .	102
A.3	Ergebnisse der Gruppe 3 (2er Gruppe) (a) für die Planungsaufgabe und (b) für die Präsentationsaufgabe . . . . .	103
A.4	Ergebnisse der Gruppe 4 (3er Gruppe) (a) für die Planungsaufgabe und (b) für die Präsentationsaufgabe . . . . .	103
A.5	Ergebnisse der Gruppe 5 (4er Gruppe) (a) für die Planungsaufgabe und (b) für die Präsentationsaufgabe . . . . .	103
A.6	Ergebnisse der Gruppe 6 (2er Gruppe) (a) und (b) für die Planungsaufgabe und (c) für die Präsentationsaufgabe . . . . .	104
A.7	Prozentuale Verteilung der Arbeitsphasen für die Gruppen in der Planungsaufgabe . . . . .	105
A.8	Prozentuale Verteilung der Arbeitsphasen für die Gruppen in der Präsentationsaufgabe . . . . .	105
A.9	Ablauf der Arbeitsphasen für die Gruppen in der Planungsaufgabe (nur zeitliche Abfolge, keine Abbildung der konkreten Zeit) . . . . .	107
A.10	Ablauf der Arbeitsphasen für die Gruppen in der Präsentationsaufgabe (nur zeitliche Abfolge, keine Abbildung der konkreten Zeit) . . . . .	108
A.11	Diagramme der Raumnutzung für alle Gruppen und beide Aufgaben. Diagramm für Gruppe 1 fehlt, wegen Schwierigkeiten beim Tracking. .	109



# Tabellenverzeichnis

2.1	Überblick über die im Text erläuterten Zonenbeschreibungen und Territorien . . . . .	15
3.1	Klassifikation von Proxemik zwischen Personen bei der kollaborativen Arbeit an interaktiven Displays . . . . .	34
3.2	Klassifikation von Proxemik zwischen Personen und Displays bei der kollaborativen Arbeit an interaktiven Displays . . . . .	34
3.3	Klassifikation von Kollaborationsstilen bei der Arbeit an interaktiven Displays . . . . .	39
3.4	Klassifikation von Territorien beim kollaborativen Arbeiten an interaktiven Displays . . . . .	41
5.1	Übersicht über die Gruppen und den Ablauf der Aufgaben . . . . .	59
5.2	Distanzen der Gruppen zu den beiden Displays in der Planungsaufgabe	72
5.3	Distanzen der Gruppen zu den beiden Displays in der Präsentation- aufgabe . . . . .	73
5.4	Distanzen der Nutzer in den Gruppen für die beiden Aufgaben . . . . .	75
A.1	Überblick über Verhaltensweisen und die Datenerhebung (V: Video, A: Audio, S: Screencasting, T: Tracking, F: Fragebogen) . . . . .	99
A.2	Auswertung des Fragebogens zur Erhebung von Teilnehmerinformatio- nen (* Skala 0 - 4) . . . . .	100
A.3	Fragebogen zur Erhebung von Einschätzungen für die Planungsaufgabe (Skala 0 - 4; * ja/nein) . . . . .	101
A.4	Fragebogen zur Erhebung von Einschätzungen für die Präsentation- aufgabe (Skala 0 - 4; * ja/nein) . . . . .	101
A.5	Durchschnittliche Distanzen zur Displaywand und zum Surface Hub für die Planungsaufgabe . . . . .	106
A.6	Durchschnittliche Distanzen zur Displaywand und zum Surface Hub für die Präsentation- aufgabe . . . . .	106
A.7	Durchschnittliche Distanzen zwischen den Nutzern in den beiden Auf- gaben . . . . .	106

